

**T.C.  
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TERMİK SANTRAL PARK SAHASINDAKİ KÖMÜRLERİN SANTRAL  
ÜRETİMİNİ MAKSİMUM YAPACAK BİÇİMDE KAZANLARA TAŞINMASININ  
ANALİZİ**

**GÜVEN TEK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
ENERJİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN  
DOÇ. DR. AHMET DAĞDAŞ**

**İSTANBUL, 2012**

T.C.  
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TERMİK SANTRAL PARK SAHASINDAKİ KÖMÜRLERİN SANTRAL  
ÜRETİMİNİ MAKSİMUM YAPACAK BİÇİMDE KAZANLARA TAŞINMASININ  
ANALİZİ**

Güven TEK tarafından hazırlanan tez çalışması . ./ . ./ . . tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Tez Danışmanı**

Doç. Dr. Ahmet DAĞDAŞ  
Yıldız Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri**

Doç. Dr. Ahmet DAĞDAŞ  
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Hasan Hüseyin ERDEM  
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Yasin ÜST  
Yıldız Teknik Üniversitesi

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## ÖNSÖZ

---

Bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne bağlı Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Enerji Programında hazırladığım yüksek lisans tezidir. Çalışmada termik santral park sahasındaki kömürlerin santral üretimini maksimum yapacak biçimde kazanlara taşınmasının analizi, bantlı konveyörleri ve termik santralleri tanıtarak açıklanmıştır. Daha sonra bir bantlı konveyör dizaynı belirli parametrelere göre hazırlanmış, çalışma durumu uygulanmış ve sonuçlar irdelenmiştir. Son aşamada ise; bantların ve santral stok sahasının üzerinin kapatılma maliyetleri belirlenerek santral için avantaj veya dezavantajlı olup olmadığı araştırılmıştır.

Yapmış olduğum tez çalışmasında katkılarından dolayı hocam Doç. Dr. Ahmet DAĞDAŞ 'A teşekkürlerimi sunarım.

Ağustos, 2012

Güven TEK

## İÇİNDEKİLER

---

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	vii
KISALTMA LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÇİZELGE LİSTESİ .....	xii
ÖZET .....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
<b>BÖLÜM 1</b>	
GİRİŞ.....	1
1.1    Literatür Özeti .....	1
1.2    Tezin Amacı .....	3
1.3    Hipotez .....	3
<b>BÖLÜM 2</b>	
TERMİK SANTRALLER .....	4
2.1    Termik Santrallerin Sınıflandırılması.....	4
2.2    Termik Santral Çevrimi.....	5
2.3    Katı Yakıtlı (Kömür – Linyit) Termik Santraller .....	7
2.4    Kombine Çevrimli (Sıvı – Gaz Yakıtlı) Termik Santraller.....	7
2.5    Nükleer Enerji Santralleri .....	8
2.6    Yenilenemeyen Birincil Enerji Kaynakları.....	9
2.6.1    Kömür .....	9
2.6.2    Linyit .....	9
2.6.3    Taş Kömürü.....	10
2.6.4    Petrol .....	10
2.6.5    Doğalgaz .....	10
2.7    Türkiye'deki Termik Santraller (Eüaş) .....	11

## BÖLÜM 3

SANTRALDE KÖMÜR, KİREÇTAŞI, KÜL STOK VE YÜKLEME ÜNİTELERİ .....	13
3.1 Kömür Stok ve Yükleme Üniteleri .....	13
3.2 Kireçtaşı Stok ve Yükleme Ünitesi .....	15
3.3 Kül Atma Sistemi .....	15

## BÖLÜM 4

KÖMÜRÜN KAZANLARA TAŞINMASI VE KÖMÜR HAZIRLAMA PROSELERİ .....	17
4.1 Kömür Taşıyıcı Konveyör Bantları .....	18
4.2 Bunker ve Silolar .....	19
4.3 Kömür Kırıcıları .....	20
4.3.1 Çeneli Kırıcılar .....	20
4.3.2 Silindirik Kırıcı .....	21
4.3.3 Tamburlu Kırıcılar .....	22
4.3.4 Çekiçli Kırıcılar .....	23
4.3.5 Darbeli Kırıcılar .....	24
4.3.6 Öğütücü Değirmenler .....	25
4.3.7 Çubuklu Değirmen .....	27
4.3.8 Bilyalı Değirmen .....	28
4.3.9 Otojen Değirmen .....	29

## BÖLÜM 5

KÖMÜR PARK SAHASI VE BANT YOLLARININ ÜZERİNİN KAPATILMASININ TEKNİK VE EKONOMİK ANALİZLERİ İLE İLGİLİ UYGULAMA .....	31
5.1 Santrale Kömür Temini .....	34
5.2 Kömür Alma ve Hazırlama Sistemleri .....	34
5.2.1 Kırıcılar .....	37
5.2.2 Taşıyıcı Bantlar .....	38
5.2.3 Park Makineleri .....	40
5.2.4 Bunker ve Değirmenler .....	41
5.3 Harmanlama (Homojenizasyon) .....	43
5.3.1 Yakıt Homojenizasyonu Planlaması .....	44
5.4 ORTES Harmanlama Teknik Bilgileri .....	46

## BÖLÜM 6

ÜRETİMİ MAKSİMUM YAPACAK KAZAN KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ .....	48
5.5 Yakıt Isıl Değerinin Hesaplanması .....	52
5.6 Kazan Yakıt Tüketimi Hesabı .....	53

## BÖLÜM 7

KÖMÜRLERİ KAZANA TAŞIYAN BANT TASARIMI .....	55
7.1 Bant Tartım Sistemleri .....	55

7.1.1	Ölçüm Birimi .....	56	
7.1.2	Ölçüm Bandı .....	57	
7.2	Santral Konveyör Özellikleri.....	57	
7.2.1	Santral Bant Genişliğinin Tayini .....	57	
7.2.2	$G_m$ (Alt Ve Üst Kuşakta Bant Ve Ruloların Dönen Kısımlarının Ağırlıklarından Meydana Gelen Kuvvet) Tayini.....	60	
7.2.3	Bant Çevre Kuvvetinin Hesaplanması.....	62	
7.2.4	Tambur Çapının Hesaplanması.....	63	
7.2.5	Tahrik Gücünün Hesaplanması.....	65	
7.2.6	Santraldeki Tüm Bant ve Kırıcıların Enerji Sarfıyatı .....	65	
<b>BÖLÜM 8</b>			
<b>BANTLARIN VE STOK SAHASININ ÜZERLERİNİN KAPATILMASI.....</b>			<b>67</b>
8.1	Konveyörlerin Üzerini Kapatma Maliyeti.....	67	
8.2	Park Sahasının Üzerini Kapatma Maliyeti .....	70	
8.2.1	Kapamadan Sonraki Kömür Maliyetinin Hesaplanması .....	74	
8.2.1.1	Yakıt Isıl Değerinin Hesaplanması .....	75	
8.2.1.2	Kazan Yakıt Tüketim Hesabı .....	76	
<b>BÖLÜM 9</b>			
<b>SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>			<b>78</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>			<b>80</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>			<b>83</b>

## SİMGE LİSTESİ

---

B	Bant genişliği
C	Yan dirençleri kapsayan katsayı
D	Tambur çapı
$d_b$	Bant kalınlığı
$d_k$	Dokuma çekirdek kalınlığı
f	Ana dirençleri kapsayan katsayı
$G_B$	Metre başına bant ağırlığı
$G_G$	Metre başına mal ağırlığı
$G_m$	Üst ve alt kuşakta, metre başına, bant ve taşıyıcı ruloların oluşturduğu kuvvet
$G_{RO}$	Üst kuşakta, metre başına, taşıyıcı rulo istasyonlarının oluşturduğu kuvvet
$G_{RU}$	Alt kuşakta, metre başına, taşıyıcı rulo istasyonlarının oluşturduğu kuvvet
H	Toplam iletme yüksekliği
$I_G$	Kütlesel iletme kapasitesi
$I_v$	Hacimsel iletme kapasitesi
K	Eğimli işletmelerde, iletme kapasitesi için düzeltme faktörü
L	İletme uzunluğu
N	Motor gücü
n	Devir sayısı
P	Tambur çevre kuvveti
V	İletim hızı
$\Omega$	Açısal hız
Z	Dokuma katlarının sayısı
$\gamma$	Yığın yoğunluğu

$\delta$	Bantlı konveyörün eğim açısı
$\alpha$	Sarım açısı
$\mu$	Tahrik tamburu ile bant arasındaki sürtünme katsayısı
$\eta$	Mekanizma verimi

## KISALTMA LİSTESİ

---

BDT	Bağımsız Devletler Topluluğu
MTA	Maden Teknik Arama
KTN	Kömür Teslim Noktası
AID	Alt Isıl Değer

## ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Bir bantlı konveyörün temel elemanları .....	1
Şekil 1.2 Uzun mesafeli konveyör sistemi .....	2
Şekil 2.1 Basit bir buhar santral şeması .....	5
Şekil 2.2 İdeal rankine çevrimi .....	6
Şekil 2.3 Kombine çevrimli bir termik santralin şeması .....	8
Şekil 2.4 Türkiye’de termik santrallerin yerleşimi .....	12
Şekil 3.1 Kömür stok ve yükleme ünitesi proses akım şeması .....	14
Şekil 3.2 Afşin-Elbistan A Termik Santrali- Kışlaköy Kömür Sahası .....	14
Şekil 3.3 Afşin-Elbistan B Termik Santrali- Çöllolar Kömür Sahası .....	14
Şekil 3.4 Kireçtaşı stok ve yükleme ünitesi proses akım şeması .....	15
Şekil 4.1 Kömürün kazana taşınması prosesleri şeması .....	18
Şekil 4.2 Taşıyıcı bantlar .....	18
Şekil 4.3 Siloya kömür taşıyan konveyör bant .....	19
Şekil 4.4 Kömür siloları .....	20
Şekil 4.5 Çeneli kırıcı .....	21
Şekil 4.6 Silindir tip kırıcı .....	22
Şekil 4.7 Tamburlu döner kırıcı .....	23
Şekil 4.8 Çekiçli kömür kırıcı .....	24
Şekil 4.9 Darbeli kömür kırıcı .....	25
Şekil 4.10 Cevher öğütme mekanizmaları .....	26
Şekil 4.11 Çubuklu değirmen örneği .....	27
Şekil 4.12 Kamaralı bilyalı değirmene ait görünüş .....	28
Şekil 4.13 Otojen değirmen .....	29
Şekil 5.1 Orhaneli Termik Santrali genel görünümü .....	32
Şekil 5.2 MTA kömür teslim noktaları .....	34
Şekil 5.3 Kömür alma hazırlama sistemi hat şeması .....	36
Şekil 5.4 Transport makinaları.....	36
Şekil 5.5 Primer silindirik kırıcılar .....	37
Şekil 5.6 Sekonder kırıcılar (4 adet).....	38
Şekil 5.7 Bant tüneli ve 3’lü istasyonlu konveyör.....	39
Şekil 5.8 Santral park makinaları .....	41
Şekil 5.9 Bunker ve transporter.....	41
Şekil 5.10 Çekiçli değirmenler .....	42
Şekil 5.11 Rezerv Modelleme .....	44

Şekil 5.12	Kömür Harmanlama Evreleri .....	45
Şekil 5.13	Bloklar ve Ortalama A.I.D. ....	45
Şekil 5.14	Sandviç metodu ile stoklama yöntemi ve katmanlar .....	47
Şekil 6.1	Ara kızdırmalı bir çevriminin h-s diyagramı .....	48
Şekil 6.2	Orhaneli Termik Santrali ısı çevrim şeması .....	49
Şekil 6.3	Yanma gazı ile iş akışkanı arasındaki ısı akışını gösteren T-A diyagramı .....	51
Şekil 7.1	Bant Kantarı .....	55
Şekil 7.2	Tek rulolu bant kantarı .....	56
Şekil 7.3	Çok rulolu bant kantarı .....	56
Şekil 7.4	Ölçüm bandı .....	57
Şekil 7.5	İletme kapasitesine eğim açısı etkisi ve düzeltme faktörü (K) .....	59
Şekil 8.1	Konveyör üzeri kapama işlemleri.....	68
Şekil 8.2	Tünel kesit görünüşleri .....	68
Şekil 8.3	Uygulanacak çelik konstrüksiyon modeli.....	72
Şekil 8.4	Stok sahası kapama kesit görünüşü.....	73

## ÇİZELGE LİSTESİ

---

	Sayfa
Çizelge 5. 1 Kömür park makinalarının teknik karakteristikleri	40
Çizelge 7. 1 Üç parçalı eğik rulolu bant için teorik iletim kapasitesi	58
Çizelge 7. 2 Bant genişliği ve bant hızına bağlı olarak en küçük taşıyıcı rulo çapı	59
Çizelge 7. 3 Konveyör bantları ve fiziksel özellikleri	60
Çizelge 7. 4 Rulo istasyonu basına, dönen taşıyıcı ruloların ağırlığı (Kp)	61
Çizelge 7. 5 Yan direnç katsayısı	62
Çizelge 7. 6 Tambur çaplarının hesabı için gerekli C sabitleri	64
Çizelge 7. 7 Bantların bir kat kalınlığı	64
Çizelge 7. 8 Konveyör ve kırıcıların toplam tüketimleri	66
Çizelge 8. 1 Malzeme miktarları ve maliyetleri (KDV dâhil)	69
Çizelge 8. 2 Malzeme miktarları ve maliyetleri (KDV dâhil)	74

**TERMİK SANTRAL PARK SAHASINDAKİ KÖMÜRLERİN SANTRAL ÜRETİMİNİ MAKSİMUM YAPACAK BİÇİMDE KAZANLARA TAŞINMASININ ANALİZİ**

Güven TEK

FBE Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ahmet DAĞDAŞ

Termik santrallerde, kömürden maksimum verimin alınabilmesi için harmanlama işlemleri ve kazana ulaştırılmasında kullanılan bant yolları çok önemlidir. Termik santrallerde konveyör bantlarının, kırıcı ve değirmenlerin doğru seçiminin yanı sıra harmanlama projeleri ve kazanın harmanlanan kömür değerlerine uygun olarak inşa edilmesi de çok önemlidir.

Yapılan çalışmada örnek olarak Orhaneli Termik Santrali bant yolları ve kömürün kazan girmeden önce uygulanan kömür hazırlama prosesleri incelenmiştir. Termik santralin konveyör bantları, kırıcıları, bunker ve değirmenleri incelenmiştir. Daha sonra santralin günlük yakıt ihtiyacı hesaplanmıştır. Bant yollarının ve santral park sahasının üzerinin kapatılması maliyetleri 5.850.000 dolar olarak bulunmuştur. Park sahasının üzerinin kapatılması, kömürlerin nem oranını %10 azaltması durumunda sağlanacak tasarruf 178.000.000 dolar olarak hesaplanmıştır. Nem oranı % 10 oranında azaldığında uygulamanın kendi maliyetini yaklaşık 1 yılda amorte ettiği görülmüştür. Nem oranı % 2 oranında azalsa bile bu uygulamanın kendisini yaklaşık 5 yılda amorte ettiği görülmüştür. Dolayısıyla kapama çalışmalarının gerekliliği ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Termik Santral, Harmanlama, Bantlı Konveyör, Konveyör Dizaynı

**ANALYSIS OF COAL TRANSPORTATION FROM THERMAL POWER PLANT  
PARK AREA TO BOILERS WHICH MAKES MAXIMUM MANUFACTURE OF  
POWER PLANT**

Güven TEK

Department of Mechanical Engineering

MSc. Thesis

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Ahmet DAĞDAŞ

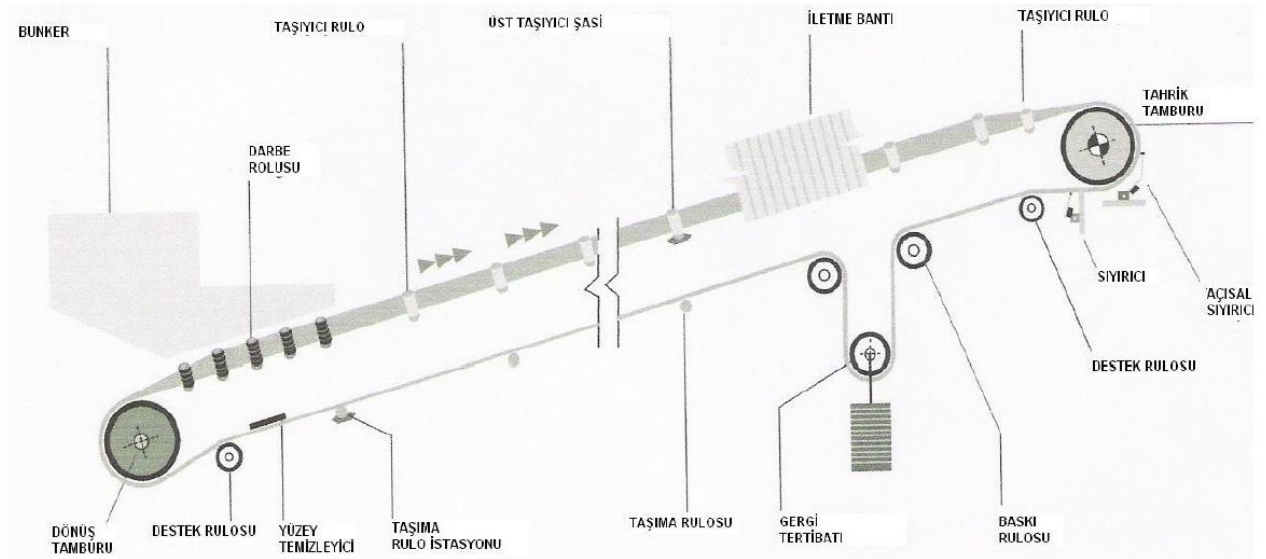
In thermal power plants, coal blending processes and paths of belts used to transmit the boiler is very important due to get the maximum efficiency from coal. It is also important , conveyor belts, crushers and mills and projects get the to be constructed in accordance with the values of the collation of blended coal for the right choice.

As an example Orhaneli Thermal Power Plant, conveyor belt paths and coal preparation processes were applied before entering the boiler. Conveyor belts, crushers, bunkers and mills of thermal power plant were investigated. Then, the plant needs of coal calculated on a daily basis. Covering on the belt paths and the power plant parking area costs were calculated at \$ 5.85 million. Savings of \$ 178 million was calculated by park area covering to reduce the humidity of coals in the event of a 10%. Decrease 10% content of humidity was observed that the application amortize its cost by about 1 year. Humidity even declined by 2%, the application amortize its cost by about 5 year. Therefore, the necessity of closing the belt paths and parking area have been revealed.

**Key words:** Thermic Power Plant, Blend, Belt Conveyor, Conveyor Design.

#### 1.1 Literatür Özeti

Bantlı konveyörler, büyük miktarlarda katı veya sıvı malzemenin sürekli olarak uzun mesafelere yatay ve belli sınırlar içerisinde eğimli olarak iletilmesinde kullanılan transport araçlarıdır. Sabit ve hareketli olmak üzere iki tipte imâl edilirler. Sabit bantlı konveyörlerin bütün yapılış şekilleri, kullanılma müddetince yerinde kalacak şekildedir. Bunlar öyle dizayn edilirler ki, diğer bir yerde tekrar monte edilebilmesi için, kolaylıkla sökülebilmeli ve taşınabilmelidirler. Ayrıca, rasyonel bir imalat için, konveyör imal eden fabrikalar geniş ölçüde standart yapı elemanları kullanırlar. Şekil 1.1 'de bir bantlı konveyörün temel elemanları gösterilmiştir.



Şekil 0.1 Bir bantlı konveyörün temel elemanları [1]

Konveyör bandı, taşıma şasisi üzerine tespit edilmiş taşıma makaraları üzerinde hareket etmektedir. Tahrik kuvveti bir veya birkaç tahrik tamburu vasıtasıyla sürtünme sonucu bant üzerine nakledilir. Sürtünmeyi sağlayabilmek için, bant bir gergi tertibatının yardımı ile ön gerilmeye tabi tutulur. Bandın yük ile doldurulmasını, doldurma istasyonu sağlar. Boşaltma istasyonunda bant yükü tekrar geri verir. Bandın düzgün, hareket tertipleri ve bant temizleyicileri, düzgün bir hareket için birçok tesiste gerekli olmaktadır.

Çalışma sıcaklığı olarak, bantlı konveyörler 100-125 ° C sıcaklığa, özel sentetik bantlı olanlar 150 ° C sıcaklığa ve soğuk ortamlarda ise 20 °C sıcaklığa kadar kullanılabilir. Asgari 3 - 5 metrelik seyyar konveyörlerden birkaç yüz metrelik sabit tesis konveyörlerine kadar muhtelif boylarda konveyörler yapılmaktadır. Ayrıca konveyörleri seri olarak çalıştırmak suretiyle malzemenin iletim mesafesini Şekil 1.2' deki gibi birkaç kilometreye çıkarmak mümkündür.



Şekil 0.2 Uzun mesafeli konveyör sistemi [26]

Bantlı konveyörlerin naklettikleri malzeme debisi, seyyar bantlarda saatte birkaç tondan, linyit istihsal tesislerinde 3,2 metre genişliğindeki bantlarla 15.000 tona ulaşmıştır. Konveyör sistemini taşıyan çerçeve basit bir kiriş konstrüksiyondan ibarettir.

Bu bakımdan bantlı konveyör hafif dağlık arazide, nehir üzerinden ve tünelden malzeme nakline de çok elverişlidir.[1]

## **1.2 Tezin Amacı**

Linyit ile çalışan termik santrallerde, elektrik üretiminde en önemli madde olan kömürün, termik santral park sahalarından kazanlara kadar taşınmasından önemli bir yer tutan bant yollarının ve kömür harmanlama işlemlerinin ve araçlarının önemi gün geçtikçe daha da artmaktadır. Bunun yanında, elektrik üretiminde maksimum verim elde etmek için kömürün alt ısı değeri yüksek tutmak anlamında yapılabilecek uygulamalar daha çok önem kazanmalıdır.

## **1.3 Hipotez**

Termik santral park sahalarının ve bant yollarının üzerinin kapatılması işlemleri, yılın yağışlı geçen günlerinde kömürün nem oranının en az da tutulmasını sağlayarak, elementer içeriğini değiştirerek, alt ısı değeri artıracak ve termik santral kazanının, aynı miktarda elektrik üretimi için kömür tüketimini azaltacaktır.

### TERMİK SANTRALLER

Termik santraller katı, sıvı ve gaz halindeki yakıtlarda var olan kimyasal enerjiyi ısı enerjisine, ısı enerjisini de elektrik enerjisine dönüştüren tesislerdir. Yani termik santraller fosil yakıtların kimyasal enerjisinden elektrik enerjisi elde eden tesislerdir.

Fosil yakıtlı santraller kullandıkları yakıtın cinsine göre;

- Katı Yakıtlı (Kömür ve Linyit)
- Sıvı Yakıtlı (Fuel-Oil)
- Gaz Yakıtlı (Doğalgaz)

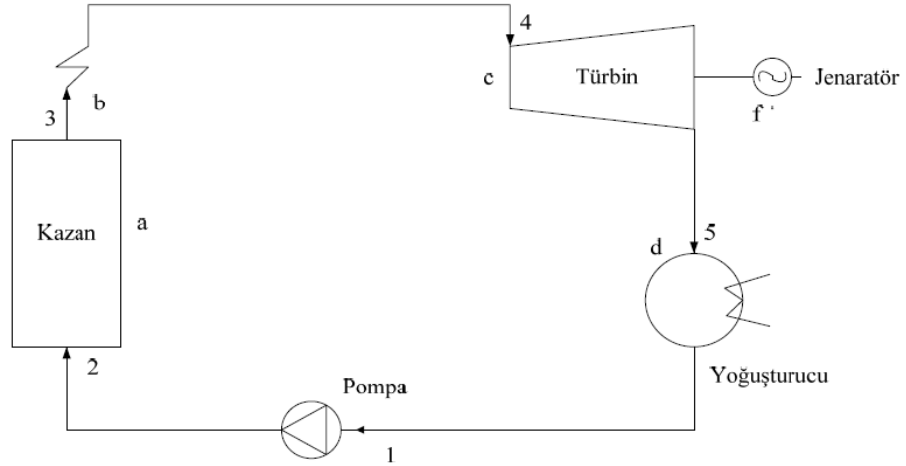
santraller diye üç grup altında toplanmaktadır.

#### 2.1 Termik Santrallerin Sınıflandırılması

1. Üretim türüne göre;
  - a) Kuvvet ve ısının akuple olduğu santraller
  - b) Kuvvet ve ısının akuple olmadığı santraller
2. Buharın türbin içerisinde genişlemesine göre;
  - a) Karşı basınçlı santraller
  - b) Ara buharlı, karşı basınçlı santraller
  - c) Ara buharlı kondensasyon santralleri

- d) Kondensasyon santralleri
3. Kuruluş şekline göre;
- a) Çapraz beslemeli santraller
- b) Blok santraller
4. Çalıştırma şekline göre;
- a) Baz yük santralleri
- b) Orta yük Santralleri
- c) Pik yük santralleri
5. Kullanılan yakıtı göre;
- a) Katı yakıtlı santraller
- b) Sıvı yakıtlı santraller
- c) Gaz yakıtlı santraller [4].

## 2.2 Termik Santral Çevrimi

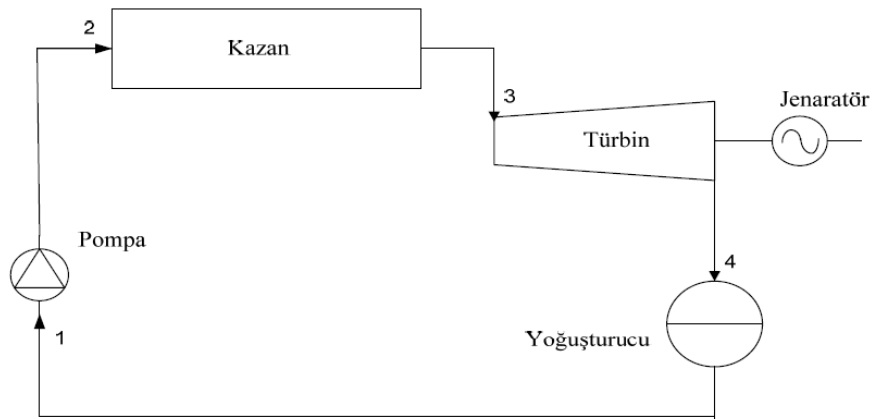


Şekil 0.1 Basit bir buhar santral şeması [4]

Şekil 2.1.' de bir buhar santrali en basit şekilde gösterilmiştir. Kazan buharlaştırıcı bölümünde (a) yüksek basınç altında (kazan basıncı) bulunan besleme suyu, düşük bir sıcaklıktan buharlaşma sıcaklığına kadar izobar olarak ısıtılır ve buharlaştırılır. Doymuş

buhar daha sonra kızdırıcılarda (b) kızdırılır. Buradan çıkan kızgın buharın sıcaklığına 'taze buhar sıcaklığı' denir. Kızgın buhar daha sonra türbinde (c) adyabatik olarak yoğuşturucu basıncına kadar genişler. Bu genişleme sırasında buhar sıcaklığı da oldukça düşer. Türbinden çıkan bu buhar yoğuşturucuda (d) izobar ve izotermik olarak yoğuşturulur. Son olarak besleme suyu pompası (e) vasıtasıyla tekrar kazan basıncına çıkartılır. Borulardaki sürtünme ve ısı kayıpları dikkate alınmazsa, bu çevrimde besleme suyu pompası çıkışından türbin girişine kadar devam eden sabit basınca kazan basıncı, türbin çıkışından besleme suyu pompası girişine kadar devam eden sabit basınca da yoğuşturucu basıncı denir. Yüksek basınç besleme suyu pompasında, yüksek sıcaklık ise kazanda elde edilir. Her ikisi de türbinde düşüşe uğramaktadır. Bu çevrime 'Clausius-Rankine' çevrimi adı verilir [4].

Su, buharlı güç çevrimlerinde en yaygın olarak kullanılan aracı akışkandır. Su, ucuzluk, her yerde bulunabilme ve yüksek buharlaşma entalpisi gibi olumlu özelliklere sahiptir. Elektrik üretimi için dünyada en yaygın, su-buharlı güç çevrimleri kullanılmaktadır. Rankine çevrimi buharlı güç santralleri için en ideal çevrimdir. Rankine çevrimi, temel olarak dört ana hal değişiminden oluşmaktadır. (1- 2 Pompada sıkıştırma; 2-3 Kazanda, sisteme sabit basınçta ısı geçişi; 3-4 Türbinde genişleme; 4-1 Yoğuşturucu ile sistemden sabit basınçta ısı atılması ).



Şekil 0.2 İdeal rankine çevrimi [4]

### **2.3 Katı Yakıtlı (Kömür – Linyit) Termik Santraller**

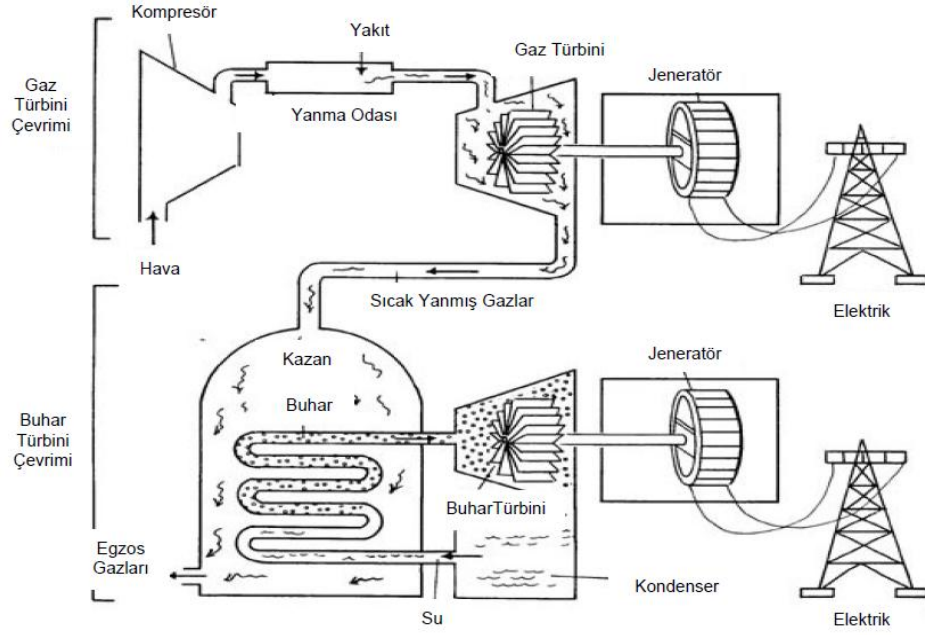
Kömür veya linyitin yakılarak, kazandaki akışkanı ısıtmasıyla elde edilen yüksek basınçlı buharın, buhar türbini kanatlarını çevirmesi sonucunda jeneratörün tahrik olması yoluyla elektrik enerjisi üretilen santrallerdir.

### **2.4 Kombine Çevrimli (Sıvı – Gaz Yakıtlı) Termik Santraller**

Son zamanlarda sıvı yakıt (motorin, fuel – oil, nafta vb.) birim fiyatlarının oldukça artmış olması nedeniyle artık daha çok doğal gazlı olarak dizayn edilen ve çalışan kombine çevrimli enerji santralleri, son yıllarda giderek artan bir oranda kullanılmaktadır.

Bunun başlıca sebeplerinden birisi gaz yakıtlı kombine çevrimli santrallerin, diğer termik, nükleer ve hidroelektrik santrallere göre daha verimli ve daha düşük kurulum maliyeti ile daha kısa sürede işletmeye alınabilir olmalarıdır. Ayrıca esnek işletme koşullarına uygun, çabuk devreye alınabilen, tam yük ve değişken yük durumlarına kolay adapte olabilen ve hatta değişken yük durumlarında da yüksek verimlilikle çalışabilen yapıları da diğer önemli avantajlarıdır [5].

Kombine çevrim santrallerinde gaz çevrimi (Brayton) ve buhar çevrimi (Rankine) birlikte kullanılmaktadır (Şekil 2.2). Yakıtın yakılmasıyla gaz türbininden elde edilen elektrik enerjisinin yanı sıra türbin egzozundan yüksek sıcaklığa sahip egzoz gazlarının atık ısısının kazana verilmesiyle elde edilen buhar ile buhar türbinlerinden de ek elektrik üretimi sağlanmaktadır. Bu santrallerde gaz türbinli çevrimlerin üst sıcaklığının yüksek olması ve buhar türbinli çevrimlerin alt sıcaklıklarının düşük olması avantajları birleştirilerek, tasarım koşullarında çalışmak üzere kombine çevrim verimi % 50–60 civarında gerçekleştirilebilmektedir [5].



Şekil 0.3 Kombine çevrimli bir termik santralin şeması [5]

## 2.5 Nükleer Enerji Santralleri

Nükleer yakıt kullanarak, nükleer reaktörde elde edilen radyoaktif termik enerjiyi elektrik enerjisine çeviren sistemlerdir. Nükleer reaktör ise en kısa tanımı ile içinde nükleer reaksiyonların kontrollü biçimde sürdürüldüğü ortamdır. Aynı olayların kontrolsüz biçimde yapılmasına ise “nükleer bomba” adı verilir.

Sonucunda enerji açığa çıkan iki tür nükleer reaksiyon vardır. Bunlar atomların parçalanması (filyon) ve birleşmesi (füzyon) olaylarıdır. Nükleer enerji santrallerinde kurulu güç reaktörlerinin açığa çıkardıkları bölünme veya birleşme enerjisi, ısı çevrimler yardımıyla elektrik enerjisine çevrilmektedir. Reaktörler santrallere gereken gücü buhar olarak sağlarlar. Bu buhar, elektrik enerjisine çevirmek üzere türbin dairesine aktarılır. Gazlı ısı çevrimli reaktörlerde, alternatörleri döndürmek için gaz türbinleri kullanılmaktadır. Elektrik enerjisinin doğrudan doğruya nükleer enerjiden üretilmesi, üzerinde çalışılmaya devam edilen bir konu olup, mühendislik açısından büyük zorlukları mevcuttur. Ancak günümüz teknolojisiyle nükleer enerji, ısı çevrimleriyle elektrik enerjisine dönüştürülmektedir [5].

## **2.6 Yenilenemeyen Birincil Enerji Kaynakları**

Yenilenemeyen birincil enerji kaynakları fosil yakıtlardır. Mineral yakıtlar olarak da bilinen fosil yakıtlar, hidrokarbon içeren petrol, doğal gaz ve kömür gibi doğal enerji kaynakları olarak da tanımlanmaktadır.

Yenilenemeyen enerji kaynakları çevreye zararlı olmasına rağmen, yüksek verimleri nedeniyle dünya genelinde en çok tercih edilen enerji kaynaklarıdır. Doğada buldukları biçimde, değiştirilmeden kullanılan, meydana gelişleri itibariyle yenilenmeleri çok uzun süre alan enerji kaynaklarıdır [6].

### **2.6.1 Kömür**

Kömür katmanlı tortul çökeller arasında bulunan katı, koyu renkli ve karbon bakımından zengin kayaç olarak tanımlanmaktadır. Kömür yanabilen organik bir kaya olmakla birlikte başlıca karbon, hidrojen ve oksijen gibi elementlerin bileşiminden oluşmuştur.

Kömür insanoğlunun yaşamında önemli bir yer tutmaktadır. Kömür, elektrik üretiminde, demir-çelik ve çimento imalatında, endüstriyel prosesler de buhar üretmek ve ısınma amacı ile kullanılır. Dünya'da elektrik üretiminin yaklaşık olarak % 40'ı kömürden sağlanmaktadır. Türkiye'de ise elektrik enerjisinin %32'si kömürden elde edilmektedir [7].

### **2.6.2 Linyit**

Linyit, ısı değeri düşük, barındırdığı kül ve nem miktarı fazla olduğu için genellikle termik santrallerde yakıt olarak kullanılan bir kömür çeşididir. Buna rağmen yerkabuğunda bolca bulunduğu için sıklıkla kullanılan bir enerji hammaddesidir.

Toplam dünya linyit rezervinin yaklaşık %1,6'sı ülkemizde bulunmaktadır. Türkiye'nin toplam linyit rezervi 12,4 milyar ton seviyesinde olup işletilebilir rezerv miktarı ise 3,9 milyar ton düzeyinde bulunmaktadır. Bununla birlikte linyitlerimizin büyük kısmının ısı değeri düşük olduğundan termik santrallerde kullanımı ön plana çıkmıştır [7].

### **2.6.3 Taş Kömürü**

Taşkömürü yüksek kalorili kömürler grubundadır. Yerli kaynak potansiyelimizin 1.33 milyar tonunu taşkömürü oluşturmaktadır. Ülkemizin en önemli taşkömürü rezervleri Zonguldak ve civarındadır. Zonguldak Havzası'ndaki toplam taşkömürü rezervi 1.322 milyar ton, buna karşılık görünür rezerv ise 519 milyon ton düzeyinde bulunmaktadır [7].

### **2.6.4 Petrol**

Petrol, başlıca hidrojen ve karbondan oluşan ve içerisinde az miktarda nitrojen, oksijen ve kükürt bulunan çok karmaşık bir bileşimdir. Normal şartlarda gaz, sıvı ve katı halde bulunabilir. Gaz halindeki petrol, imal edilmiş gazdan ayırt etmek için genelde doğal gaz olarak adlandırılır. Ham petrol ve doğal gazın ana bileşenleri hidrojen ve karbon olduğu için bunlar "Hidrokarbon" olarak da isimlendirilirler.

Petrol rezervinin 102 milyar tonu (%57) Orta Doğu Ülkelerinde, 16,7 milyar tonu (%9) Rusya ve Bağımsız Devletler Topluluğu (BDT) ülkelerinde, 16,9 milyar tonu Afrika'da (%10) bulunmaktadır. 2009 sonu itibariyle Türkiye petrol rezervleri 44,3 milyon ton, 2008 yılı üretimi 2,2 milyon ton, 2008 yılı tüketimi 27,8 milyon tondur. 2009 yılı üretim miktarı ise 2,4 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Ülkemizde petrol arama faaliyetlerinin başladığı tarihten 2009 yılı sonuna kadar ham petrol üretimi ise 132,5 milyon tondur [7].

### **2.6.5 Doğalgaz**

Doğalgaz yanıcı, kokusuz, renksiz ve havadan hafif bir gazdır. Doğalgazın büyük bölümü (%70-90'ı), metan gazı (CH<sub>4</sub>) adı verilen hidrokarbon bileşiğinden oluşur. Doğalgaz oda sıcaklığında ve atmosferik basınç altında tamamen gaz halindedir. Doğalgaz, zehirsiz, havadan hafif ve çevreyi kirletmeyen bir yakıttır.

2009 yılında, doğal gazın %53'ü elektrik üretiminde, %22'si evlerde, kalan %25'i ise sanayide kullanılmıştır. 2009 yılı sonu itibari ile kalan üretilebilir doğalgaz rezervimiz 6,2 milyar m<sup>3</sup>tür. Elektrik enerjisi üretiminde doğalgaza dayalı kurulu gücümüz 14.576 MW olup bu değer toplam kurulu gücümüzün %32,7'sini karşılamaktadır [8].

## 2.7 Türkiye'deki Termik Santraller (Eüaş)

Afşin Elbistan A Termik Santrali - 3 X 340 MW + 1 X 335 = 1.355 MW (Linyit) Afşin Elbistan / MARAŞ

Afşin Elbistan B Termik Santrali - 4 x 360 MW = 1440 MW / (Linyit) Afşin Elbistan / MARAŞ

Aliağa GTKÇ Santrali 6 x 30 MW = 180 MW (Motorin) Aliağa / İZMİR

Engil Gaz Türbinleri 1 x 15 MW = 15 MW (Motorin) Merkez / VAN

Ambarlı Fuel Oil - KÇ Santrali - 3 X 110 MW + 2 X 150 MW = 630 MW (Fuel Oil) - Avcılar / İSTANBUL

Ambarlı Doğalgaz - KÇ Santrali - 6 X 138.8 MW + 3 X 172.7 MW = 1350.9 MW (Doğalgaz) - Avcılar

Bursa DGKÇ Santrali- 4 x 239 MW + 2 x 238 MW = 1.432 MW'lık (Doğalgaz) BURSA

Entek A.Ş. - 2 X 42 MW + 1 X 31 MW + 1 X 25 MW = 140 MW - (Doğalgaz) BURSA

Entek A.Ş. - 1 X 27 MW + 1 X 24 MW + 1 X 12 MW = 140 MW - (Doğalgaz - Kombine çevrim) İZMİR

İç Taş Termik Santrali - 1 X 130 MW = 130 MW Biga / ÇANAKKALE

Çan 18 Mart Termik Santrali- 2 x 160 MW = 320 MW (Linyit - Akışkan Yataklı) Çan / ÇANAKKALE

Çatalağzı Termik Santrali- 2 X 150 MW = 300 MW / (Taşkömürü) Çatalağzı / ZONGULDAK

Hopa Termik Santrali - 2 x 25 MW = 50 MW (Fuel Oil) Hopa / ARTVİN

Kangal Termik Santrali -2 x 150 MW + 1x 157 MW = 457 MW (Linyit) Kangal /SİVAS

Orhaneli Termik Santrali- 1 x 210 MW = 210 MW (Linyit) Orhaneli / BURSA

Seyitömer Termik Santrali- 4 X 150 MW / = 600 MW (Linyit) Seyitömer / KÜTAHYA

Tunçbilek Termik Santrali-1 X 65 MW + 2 X 150 MW = 365 MW (Linyit) KÜTAHYA

Hamitabat DGKÇ Santrali - 12 ÜNİTE = 1120 MW (Doğal Gaz) - Lüleburgaz / KIRKLARELİ

Soma A Termik Santrali - Soma / MANİSA

Soma B Termik Santrali 8 ÜNİTE = 1034 MW (Linyit) Soma / MANİSA

Kemerköy (Gökova) Termik Santrali- 3 x 210 MW = 630 MW Kemerköy (Gökova) / MUĞLA

Yatağan Termik Santrali- 3 x 210 MW = 630 MW (Linyit) Yatağan / MUĞLA

Çayırhan Termik Santrali - 2 x 160 + 2 x 157 MW = 634 MW Çayırhan / ANKARA

Yumurtalık Termik Santrali - 2 x 605 MW = 1210 MW (Kömür) Yumurtalık / ADANA

## M O B İ L....(Fuel Oil) TERMİK SANTRALLAR

Van II - 4 X 6.184 MW = 24.7 - (Fuel Oil) Merkez / VAN

Batman - 4 X 18.380 MW + 3 X 14.781 MW = 117.9 MW (Fuel Oil) Merkez / BATMAN

PS3A İdil II - 4 X 6.1 MW = 24.4 MW -(Fuel Oil) Merkez / ŞIRNAK

Hakkari II - 4 X 6.2 MW = 24.8 MW - (Fuel Oil) Merkez / HAKKARİ

Isparta - 4 X 6.982 MW = 27.9 MW - (Fuel Oil) Merkez / ISPARTA

Siirt - 4 X 6.4 MW = 25.6 MW - (Fuel Oil) Merkez / SİİRT

Mardin - 3 X 11.35 MW = 34.1 MW - (Fuel Oil) Merkez / MARDİN

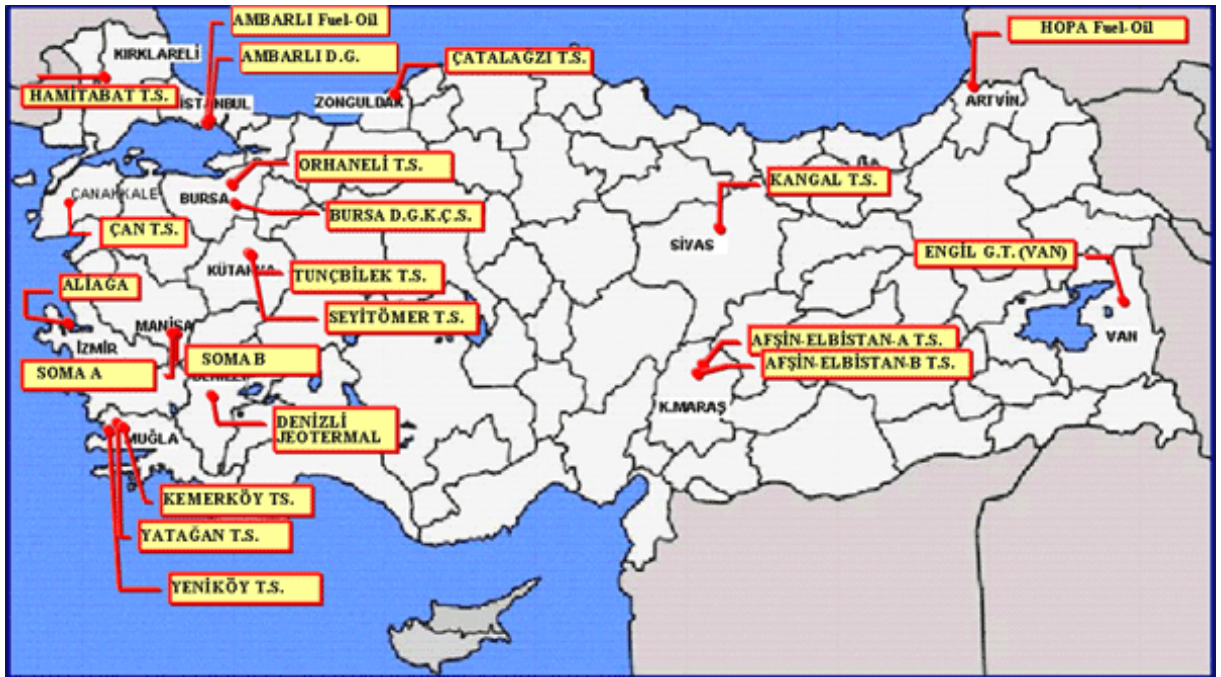
Kırıkkale - 13 X 11.075 MW + 1 X 9.903 MW = 153.9 MW - (Fuel Oil) Merkez / KIRIKKALE

Esenboğa - 7X 7.68 MW = 53.8 MW - (Fuel Oil) Merkez / ANKARA

Samsun I - 7 X 17.535 MW + 1 X 8.590 MW = 131.3 MW - (Fuel Oil) Merkez / SAMSUN

Samsun II - 7 X 17.535 MW + 1 X 8.590 MW = 131.3 MW - (Fuel Oil) Merkez / SAMSUN

Şekil 2.4 ' de Türkiyedeki termik santrallerin yerleşimi belirtirliştir.



Şekil 0.4 Türkiye'de termik santrallerin yerleşimi

### SANTRALDE KÖMÜR, KİREÇTAŞI, KÜL STOK VE YÜKLEME ÜNİTELERİ

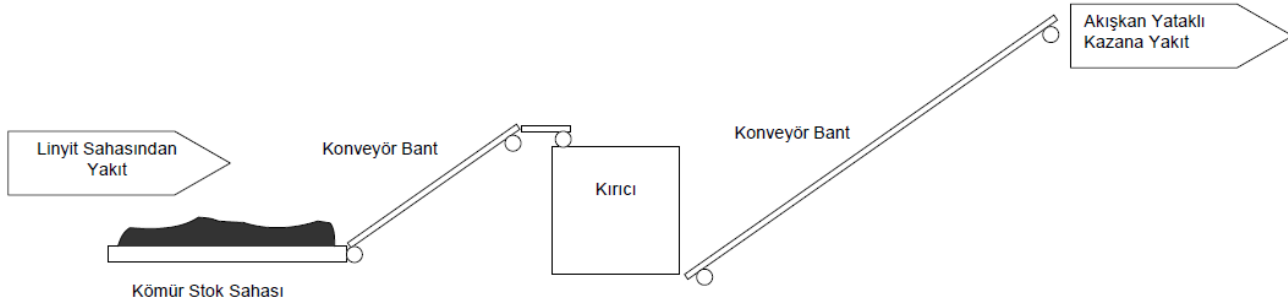
#### 3.1 Kömür Stok ve Yükleme Üniteleri

Kömür Stok ve Yükleme Ünitesi kömür stok sahası, vibratör besleyiciler, konveyörler, kırıcılar ve bunkerden oluşmaktadır. Kömür stok sahası kazan ihtiyacını en az 5 gün süre ile karşılayacak kadar kömürü depolayacak şekilde olmalıdır. Stok sahasında herhangi bir yeraltı enerji hattı bulunmayacak olup, yağmur, kâr ve güneşin olumsuz etkilerine karşı önlemler alınmalıdır. Vibratör besleyiciler kendinden temizleyen, anlık değişken kapasiteli ve uzaktan veya yakından kontrol edilebilir tipte olmalıdır. Kırıcılar kömür parça çapını belirlenen düzeye tasarlanır. Kırıcıların kapasitesi kazan imalatçısının belirlediği kapasitede olmalıdır. Kırıcıların altına büyük çaplı kömür taneciklerini tutmak için vibratör elekler konmaktadır.

Konveyör bantlar toz önleme, toz toplama, aşırı yük koruma, hız kontrol sistemi, duman detektörleri ve alarm sistemi, yürüme yolu ve yangın söndürme sistemi ile donatılmış olmaktadır. Her bir konveyör tam yük altında kayış ve kasnakta kayma olmadan start alabilecek şekilde dizayn edilmelidir. Konveyör sisteminde bulunan bütün motor, hareketli parçalar, kaplinler, dişli kutuları, rulman ve yataklar en az 100.000 çalışma saatine dayanıklı seçilmelidir.

Santrallerde toplam silo kapasitesi 24 saatlik kazan çalışma kapasitesine eşdeğer olur. Silolar düşük ve yüksek seviye sensörleri ihtiva eden, yangın ihtimaline karşı CO<sub>2</sub> yangın söndürme sistemi ile donatılan, silo çıkışı gaz sızdırmaz yapıda olmalıdır. Kömür

besleme silosundan kömür değişken kapasiteli gravimetrik besleyici ile alır. Kömür Stok ve Yükleme Ünitesi Proses Akış Şeması Şekil 3.1 'de verilmiştir [9].



Şekil 0.1 Kömür stok ve yükleme ünitesi proses akım şeması [9].



Şekil 0.2 Afşin-Elbistan A Termik Santrali- Kışlaköy Kömür Sahası [10].



Şekil 0.3 Afşin-Elbistan B Termik Santrali- Çöllolar Kömür Sahası [10].

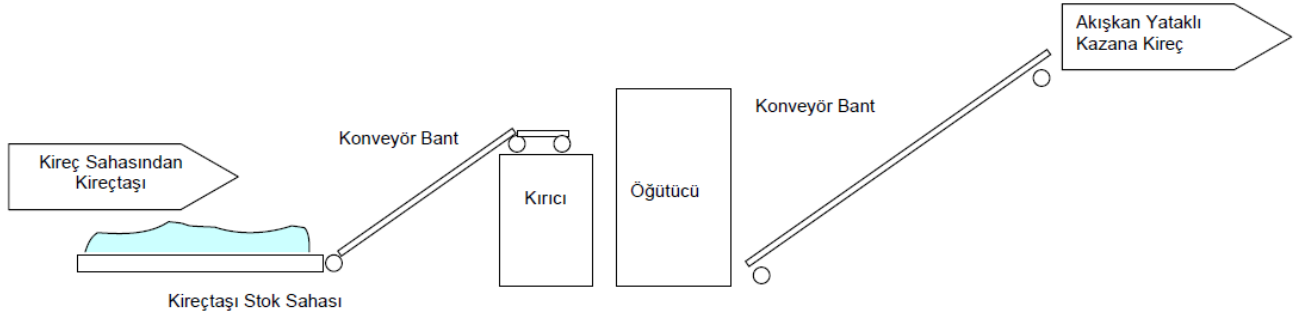
### 3.2 Kireçtaşı Stok ve Yükleme Ünitesi

Kireçtaşı stok ve yükleme ünitesi kireçtaşı stok sahası, vibratör besleyiciler, konveyörler, kırıcı ve öğütücüler, kurutma ünitesi, elek ve silodan oluşur.

Kırıcı ve öğütücüler kireçtaşı parça çapını belirlenen düzeye düşürürler. Kırıcı ve öğütücülerin kapasitesi kazan imalatçısının belirlediği kapasitede olur. Kırıcı ve öğütücülerin altına büyük çaplı kireç taneciklerini tutmak için vibratör elekler konması gerekmektedir.

Silo kapasitesi 48 saatlik kazan çalışma kapasitesine eşdeğer olmalıdır. Silo düşük ve yüksek seviye sensörleri ihtiva eder. Silo çıkışı gaz sızdırmaz yapıda olmalıdır. Silo malzemeleri sürtünmeye ve aşınmaya dayanıklı malzemelerden imal edilmelidir.

Kireçtaşı Stok ve Yükleme Ünitesi Proses Akım Şeması Şekil 3.4 'de verilmiştir [9].



Şekil 0.4 Kireçtaşı stok ve yükleme ünitesi proses akım şeması [9].

### 3.3 Kül Atma Sistemi

Ünitelerde oluşacak toplam külün takriben % 50'si cüruf, % 50'i ise uçucu küldür. Toplanan uçucu kül çok ince tanelerden oluşur. Yatak altı kül ise doğrudan yanma odasından alınır. Bu türdeki kül çoğunlukla iri tanelidir.

Santralde üretilecek kül miktarı yakılan kömürün kül oranı, alt ısıl değeri ve kükürt miktarına bağlı olacaktır. Ayrıca kömürün kükürt oranına bağlı olarak desülfürizasyon için kullanılan kireçtaşı da kül miktarını etkiler. Santralde üretilecek iki farklı külün atılmasına ilişkin genel bilgiler aşağıda verilmiştir:

**Yatak Altı Külü:** Yatak külü üretilen toplam kül miktarının %50'si civarında olur. Kazanlarda yanma işlemi sonucunda oluşan yatak altı külü soğutulduktan sonra kazan altından çıkartılarak bir konveyör ile kalın kül deposuna taşınır. Kalın kül depolama silosu külün nihai stoklama ve/veya kullanma sahasına nakline olanak sağlayacak yükleme boşaltma tesisleri ile donatılmıştır. Kalın kül silosunun kapasitesi, santralin en az 3 gün süreyle tam yükte çalışması sonucunda oluşacak kalın külün depolanması için yeterli olması gereklidir.

**Uçucu Kül:** Santralde oluşacak uçucu kül, kazan arka geçişi altından ve bir toz filtreleme sistemi aracılığı ile baca gazlarından ayrılarak pnömatik konveyör sistemi yoluyla uçucu kül depolama silosuna taşınır. Uçucu külün, doğrudan silodan kamyonlara yüklenerek nakliyesini sağlamak üzere silonun altına ayrı bir kül boşaltma sistemi tesis edilmelidir. Tesisten kaynaklanacak kül, bölgedeki çimento fabrikaları ve/veya beton santrallerine gönderilmek suretiyle alandan uzaklaştırılır [9].

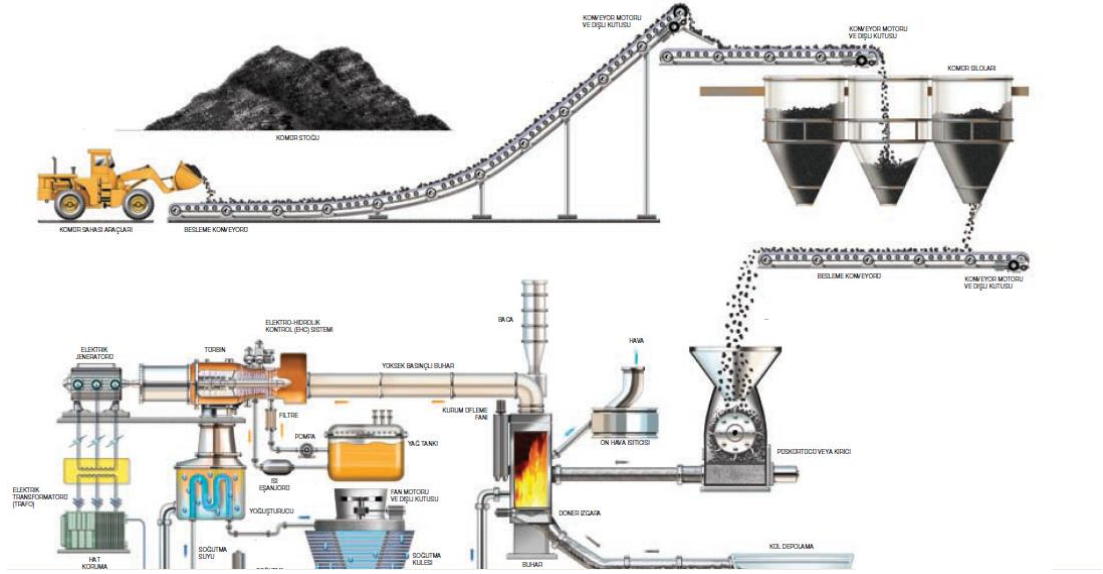
### **KÖMÜRÜN KAZANLARA TAŞINMASI VE KÖMÜR HAZIRLAMA PROSELERİ**

Kömürlerin büyük bir çoğunluğunun yeraltından çıkarıldığı gibi endüstride kullanılmaları mümkün değildir. Bu nedenle bunların kullanıma hazır hâle getirilmeleri için birtakım işlemlere tabi tutulmaları gerekir. Bu işlemlerden biri de kömürün tane iriliğini istenilen ölçülere getirmektir. Bu da kömürün uygun kırıcılarda kırılmaları ile mümkündür.

Termik santrallarda kullanılan kömürler, kazanlarda yakılmadan önce birçok işleme tabi tutulmaktadır. Bu işlemler kömürün daha iyi pülverize bir şekilde yakılmasına yardımcı olur ve verimi büyük ölçüde etkilemektedir.

Kömürün taşınması stok sahasından başlar ve kazanda biter. Kömürler stok sahasından bantlı konveyörler ve taşıyıcı araçlar ile silo ve bunkerlere aktarılır. Bunkerlerden tekrar taşıyıcı konveyörler üzerine aktarılan kömürler kırıcı ve öğütücülere taşınır. Aynı zamanda tartı sistemleri ile kazana giren kömür miktarı da sürekli denetim altındadır. Kırıcı ve öğütücülerde minimum boyutlara ufalanan katı yakıt artık kazana püskürtülmeye hazırdır [11].

Şekil 4.1 ' de kömürün park sahasından kazana taşınması işemini yapan makineler gösterilmiştir.



Şekil 0.1 Kömürün kazana taşınması prosesleri şeması [12].

#### 4.1 Kömür Taşıyıcı Konveyör Bantları

Termik santraller içerisinde kömür nakilleri, kauçuk bantlar (konveyör kayışları) vasıtası ile yapılmaktadır. Esasen konveyör kayışlarının diğer işletmelerde de çok geniş bir kullanım alanı vardır. Sabit ve hareketli taşınabilir olanları vardır. Şekil 6.2’ de seyyar bir bant görülmektedir. Bunlar daha ziyade demir yolu veya deniz yolu kanalıyla gelen kömürlerin stok sahalarına taşınmasında kullanılan araçlara yüklenmesinde kullanılır. İşletmelere gelen kömürlerin taşımacılığı, demir ve deniz yolları ile yapılmaktadır. Kömür, vagon boşaltma yerinin altında bulunan silolara boşaltılır.

Diğer yandan kömürler, daha uzun boylardaki konveyörler ile stok sahalarından bunkerlere taşınmaktadır [11].



Şekil 0.2 Taşıyıcı bantlar[11].

Silolara boşaltılan bu kömürler, nakil bantları vasıtasıyla önce harman silosuna sonra da kırıcılara gönderilir. Kırıcılarda kırılan kömürler Şekil 4.2' te görülen sabit nakil bantları vasıtasıyla kömür kazanlarına ait silolara gönderilir. Kömürlerin fazlası ise bantlar vasıtası ile stok sahasına gönderilir. Deniz yolu ile gelen kömürler de yine gemilerden nakil bantları vasıtasıyla bunkerlere ve oradan da yukarıda bahsedilen kısımlara gönderilir.

İşletme içerisinde değişik kullanma amaçlarına uygun seyyar ve sabit tipli bantlar bulunmaktadır. Yukarıdaki şekilde seyyar bir taşıma bandı görülmektedir. Bantların uzunlukları sabit olmayıp işletmenin yapısına ve ihtiyacına göre değişebilir.

Bantların hızları bazı işletmelerde saniyede 7–8 metreyi bulmaktadır. Kömür tesislerinde kullanılan bantların hızları ise, saniyede 2 metredir.

İki kasnak arasında gerdirilmiş bulunan sonsuz bandın bant ile kasnak arasındaki sürtünme kuvveti ile hareket etme prensibine dayanır. Taşıma işi genelde üst bant yolu ile yapılmaktadır. Ancak taşımının alt bant yolu ile veya iki kolun da taşıma işini üstlendiği tesisler vardır [11].

#### 4.2 Bunker ve Silolar

Stoktan makinelerle çekilen kömürler bant konveyör yardımıyla (Şekil 4.3) her birinin kapasitesi eşit 3 ila 12 adet siloya stoklanır (Şekil 4.4). Şekildeki bu siloların her biri 12500 kg kömür alma kapasitesine sahiptir.



Şekil 0.3 Siloya kömür taşıyan konveyör bant [11].

Silolara alınan farklı özellikteki kömürler her bir silonun altındaki otomatik oranlayıcı kantarları yardımıyla harmanlanarak bant konveyörlerle çekiçli kırıcılara gönderilir. Kırıcılara gelen kömürün % 85'i kırılmaktadır.



Şekil 0.4 Kömür siloları [11]

Kömür hazırlanması esnasında kömürler bir anda kullanılmaz. Kömürlerin, sahanın ve elektrik üretim tesisinin değişik bölgelerinde depolanması ve bekletilmesi kaçınılmaz olmaktadır. Santralin ve kömür stok bölgelerinin değişik kısımlarında bu amaçla hazırlanmış depolama yerlerine kömür siloları denir. Şekil 4.4' te kömürlerin depolanmasında kullanılan bir silo tipi kesit resmi görülmektedir.

Toz hâlinde öğütülmüş olarak bulunan kömür, yüksek riskte yanma ve patlama özelliğini taşır. Bu nedenle kömürlerin yüksek tonajda stoklanması oldukça tehlikelidir. Bundan dolayı öğütülmüş toz kömür kullanan tesisler bu tür öğütme sistemlerinde meydana gelen kısa süreli arıza ve üretim durması nedeni ile malzeme yetersizliğinden genel üretimin durması kaçınılmaz olur. [11].

### **4.3 Kömür Kırıcıları**

#### **4.3.1 Çeneli Kırıcılar**

Yumuşak malzemelerden sert malzemelere kadar her türlü malzemenin kırılmasında kullanılan bir sisteme sahiptirler. Çeneli kırıcıların yüksek volan hızları, çene kapma

açıları, emniyet plakaları ve arka blokları, getirdiği yüksek performansları, güvenilirlikleri, dayanıklılıkları ve ayar mekanizmaları kullanıcılarına eşsiz işletme avantajları sağlamaktadır.



Şekil 0.5 Çeneli kırıcı [13]

Çeneli kırıcıları hidrolik olarak çalışırlar. Bu amaçla kullanılan kırıcı Şekil 4.5.'te görülmektedir. Bu sistem makineden almak istediğiniz ürün eğrisine göre, çene alt açıklığının, kolay ve hızlı bir şekilde ayar edilmesine imkân sağlamaktadır. Çene alt açıklığının ayarı, el pompalı hidrolik sistem yardımıyla ileri itilen ayar bloğunun arkasına gerekli miktarda ve kalınlıktaki ayar levhalarının ilave edilmesi veya çıkarılması ile yapılmaktadır. Bu sistem diğer ayar mekanizmalarına göre daha geniş aralıkta ayar yapma imkânı sağladığı gibi, daha da güvenilirdir. Diğer taraftan sabit ve seygar çeneler çevrilerek kullanılabilir şekilde mangan çeliğinden imal olduğu gibi arka yüzleri de gerek yaslandıkları yüzeyi bozmamaları, gerekse tüm çalışma ömürleri boyunca kasıtlardan dolayı oluşabilecek kırılmalara karşı işlenmektedir [13].

#### 4.3.2 Silindirik Kırıcı

Manganez alaşımına dayanıklı çelik dökümden imal edilmiştir (Şekil 4.6.). Merdane yüzeyleri istenen malzeme iriliğini temin edecek şekilde düz veya yivli olarak temin edilebilir. Önce malzeme kırmak için ikisi düz, orta irilikte malzeme için biri düz biri yivli ve kalın malzeme kırmak için ikisi yivli merdane kullanılır. Silindir kırıcılar

beslenen malzeme içerisindeki demir kaçaklarına karşı hidropnomatik koruyucu sistemle teçhiz edilmişlerdir. Bu sistem top aralıklarının ayarını da kolaylaştırmaktadır [13].



Şekil 0.6 Silindir tip kırıcı [13]

#### 4.3.3 Tamburlu Kırıcılar

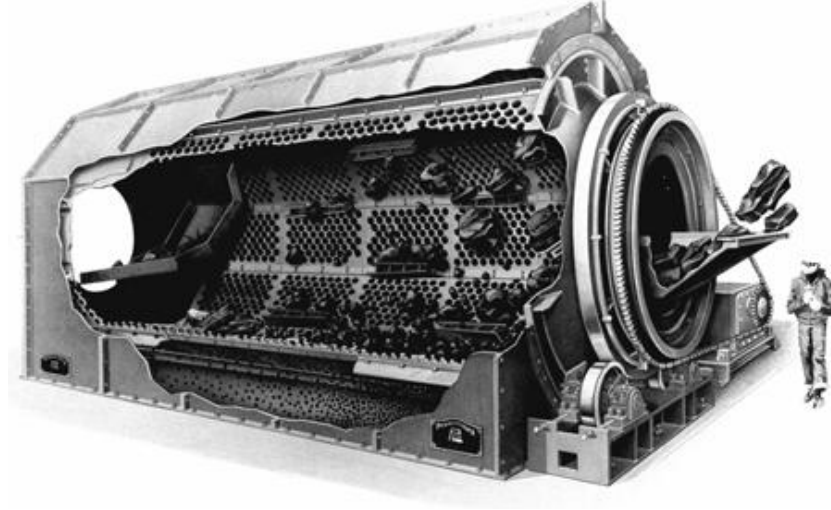
Santrallerde kömürlerin ön kırılma işlemleri için yavaş ve hızlı çalışan kırıcılar kullanılır. Bu kırıcılara metal parçaları veya yabancı maddeler geldiğinde emniyet tertibatı yayının yardımıyla tambur yatak üzerinde hareket eder. Böylece sert madde kırılmadan geçer, yaylar yardımıyla tambur tekrar eski durumuna gelir.

Bu tip kırıcılar hem kömürleri kırma hem de kömürle gelen kaya, metal, taş parçaları gibi yabancı maddeleri uzaklaştırma özelliğine sahiptir. Tamburlu kırıcılar iki makastan ve yatay eksen etrafında dönen silindirden meydana gelir. Makaslar iki taraftan kirişlere bağlanmıştır.

Tamburun içerisinde kaldırıcı raflar vardır. Raflar, malzemenin kaldırılmasını ve hareketini sağlayarak verici uca gönderirler. Raftan inen kömür kırılır ve eleklerdeki delikler vasıtasıyla kılıfa gönderilir. Buradan da olukla taşıyıcılara sevk edilir. Kaya parçaları ve yabancı maddeler silindirlerin içerisinde kalırlar. Boşaltma pullukları yardımıyla tamburdan çıkarılırlar. Çıkan kaya parçaları oluklar vasıtasıyla kaya bunkerine gönderilirler.

Kırıcı tamburunun dönme hızı 20 devir/dakikayı geçmez. Kömürü kırıcıya veren ve olukça küçük kömürlerin ön elemesini yapmak için elekler bulunur. Kırıcı büyük kapasiteli olup çalışma süresince dayanıklı ve bakımı kolaydır.

Kırıcı dört adet destek merdane üzerinde dönen ve kenarına geçirilmiş eleklerden oluşur. Elek, tamburun çevresine uzunlamasına yerleştirilmiş ve kırıtlara civatalarla sabitlenmiştir [13].

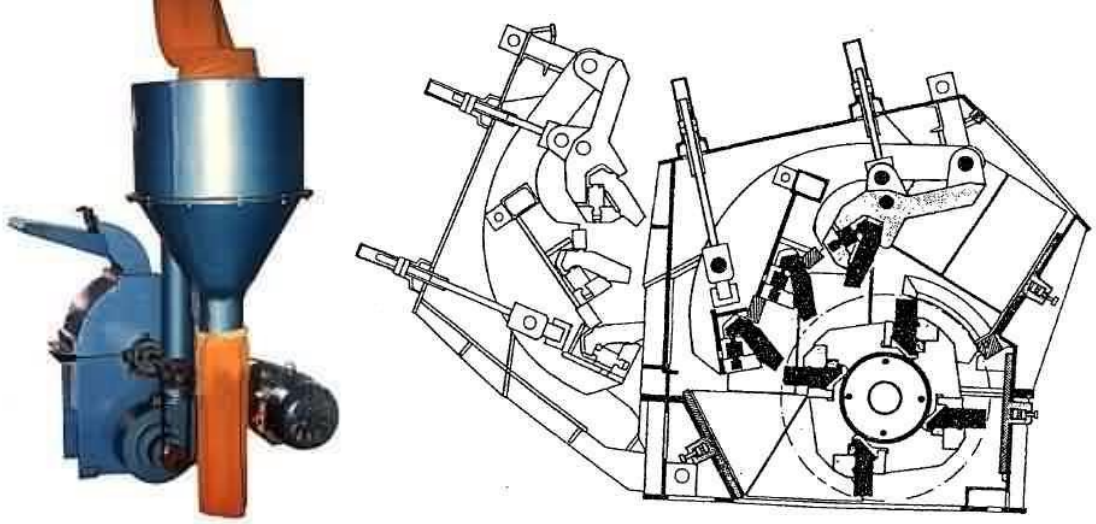


Şekil 0.7 Tamburlu döner kırıcı [13]

#### 4.3.4 Çekiçli Kırıcılar

Kömürlerin son kırma işlemleri için en çok kullanılanıdır. En yaygın olanları çabuk hareket eden ve iki taraflı çalışan çekiçli kırıcılardır. Çekiçli kırıcıların kapasiteleri nem miktarı % 6' ya kadar olan, %15 gazlı kömür içeren ve 0-3 mm' lik kömürlerin kırma derecesi % 93-94 olan harmanlar için 70 ton/saattir (Şekil 4.8).

Bu tür kırıcılarda bir döner merdane üzerine yerleştirilmiş sabit ya da oynar çekiçler bulunur. Merdane hızla döndürülmesiyle merdane üstünden serbest düşme ile beslenen cevhere çarparak ufalama yaparlar. Bu kırıcılar düzgün şekilli ve birbirine yakın boyutta tane vermektedir. Merdane hızı 600–3000 dev/dk, beslenen tane boyutu genelde 20–1 cm'dir. Kapasite 500 t/h'e kadar çıkabilir. Sabit çekiçli kırıcılarda büyük çarpma gerilmelerini önlemek için malzeme teğetsel olarak kırıcıya verilir [13].



Şekil 0.8 Çekiçli kömür kırıcı [13]

Gün geçtikçe çekiçli kırıcılar daha geliştirilmiştir. Örneğin kırılmış kömürün çıkışı için bir pencere konulmuştur. Ayrıca kırma plakalarının konstrüksiyonu değiştirilmiştir. Nem miktarı %8–10 veya %12–14 gazlı kömür içeren ve 3 mm' lik kömürlerin kırma derecesi % 95 olan bu kırıcıların kapasitesi 170–180 ton/saattir. 3 mm' den küçük olan kömürlerin kırılma derecesi %9–92 ve kapasitesi 200 ton/saattir. Yeni tip çekiçli kırıcılarda elektrik enerjisi sarfiyatı normal ve çift taraflı çalışan çekiçli kırıcıdan % 30–40 daha düşüktür.

#### 4.3.5 Darbeli Kırıcılar

Son zamanlarda darbeli tip kırıcıların kullanılması yaygınlaşmıştır. Bu kırıcılarda kırma işlemi minimum aşınma ve darbe ile gerçekleşir. Çekiçli kırıcılardaki ızgaralı elekler ve çekiçlerin bir kısmı çıkartılarak ve devir sayısı ile motor gücü yükseltilerek yeni tip darbeli kırıcılar oluşturulmuştur (Şekil 4.9).

Kırıcı, tamburuna sıkı şekilde bağlanan çarpma plakaları ile donatılmıştır. Manganlı çelikten yapılmış çekiçler vardır [13].



Şekil 0.9 Darbeli kömür kırıcı [13]

#### 4.3.6 Öğütücü Değirmenler

Öğütme boyut küçültme işlemlerinin son aşamasıdır. Öğütme işleminde partiküller darbe, aşındırma ve kopmanın müşterek etkisiyle yaş veya kuru olarak 2,5 cm'den 10 µm'ye kadar ufalanır. Bu işlem aktarılan ortam değirmenlerinde, yüksek basınçlı merdaneli değirmenlerde, valsli değirmenlerde ve karıştırmalı değirmenlerde gerçekleştirilmektedir. Bu kısımda, aktarılan ortam değirmenleri ile yüksek basınçlı merdaneli değirmen ve valsli değirmenden bahsedilecektir. Karıştırmalı değirmenlere ileride mikronize öğütme kısmında detaylı olarak değinilecektir. Aktarılan ortam, gövdenin dönmesiyle karışır, dökülür ve sürtünme veya çarpma ile içine konan malzemeyi öğütür. Öğütücü ortam bilya, çubuk, çakıl, öğütülecek cevherin iri parçaları veya başka bir cevher olabilir. Aktarılan ortamla çalışan değirmenler sadece aktarılan ortama veya yapı özelliklerinden olan gövde ve tasma şekline göre adlandırılır. Değirmeni tanımlarken tasma şekli, gövde şekli ve ortam türüne göre tanımlamak en uygun olanıdır. Örneğin, silindir gövdeli, düz tasmalı, çubuklu değirmen. Aktarılan ortam değirmenleri aşağıdaki şekillerde adlandırılırlar; [13].

##### 1. Aktarılan ortama göre

- i. Ortam bilya ise, bilyalı değirmen,
- ii. Ortam çubuk ise, çubuklu değirmen,
- iii. Ortam çakıl ise, çakıllı değirmen (tüp değirmen veya boru değirmen),

iv. Ortam cevherin iri kısmı ise, otojen değirmen.

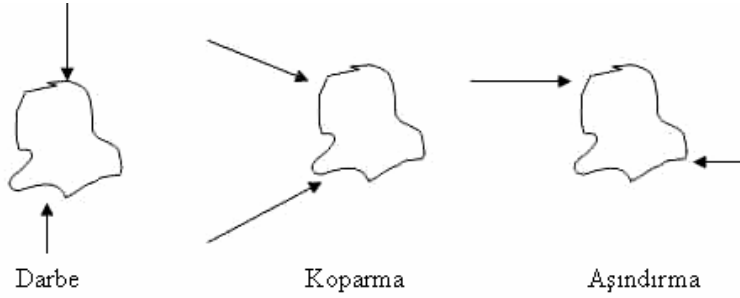
## 2. Gövde sekline göre

- i. Silindir gövdeli değirmen,
- ii Silindirokonik gövdeli değirmen,
- iii. Konik gövdeli değirmen.

## 3. Tasma sekline göre

- i. Düz tasma,
- ii. Izgaralı tasma,
- iii. Spiralli tasma,
- iv. Çıkış odalı tasma vs. gibi.

Değirmen içinde öğütme, aktarılan ortamın boyutu, miktarı, hareket türü ve aralarındaki boşluk gibi faktörlere bağlı ve kırmanın aksine öğütme olasılık kanunlarına bağlı bir işlemdir. Çeşitli mekanizmalarla gerçekleşir. Genellikle yas, bazı hallerde kuru yapılır. Değirmen döndürülünce aktarılan ortam, su ve cevher karışımı, hıza bağlı olarak aşağıdaki (Şekil 4.10) mekanizmaların ortak etkisiyle hareket ederek cevheri öğütür.

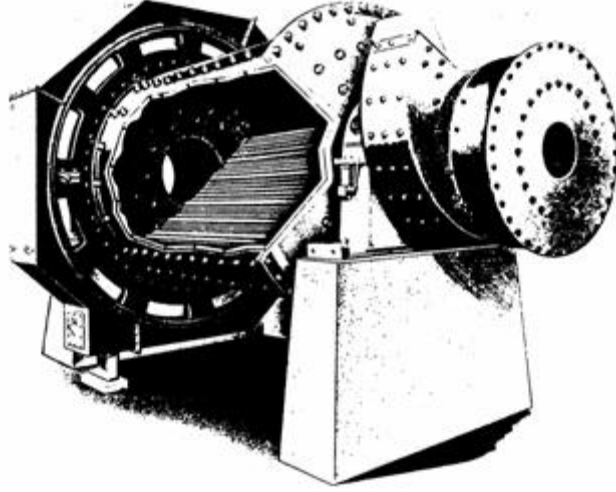


Şekil 0.10 Cevher öğütme mekanizmaları [14]

Aktarılan ortamın kinetik enerjisinin çoğu ısı, ses ve diğer şekillerde kaybolur, ancak küçük bir bölümü boyut küçültme için harcanır. Laboratuvar değirmenleri haricinde, öğütme sürekli bir işlemdir, malzeme bir uçtan kontrollü bir şekilde beslenir, belli bir süre değirmen içinde kaldıktan sonra diğer uçtan taşarak değirmeni terk eder. Çıkan ürünün boyut kontrolü, kullanılan ortamın çeşidi, değirmen dönme hızı, beslenen cevherin karakteri ve değirmen devre tertibi ile yapılır [14].

#### 4.3.7 Çubuklu Değirmen

Çubuklu değirmenler ince kırıcı veya kaba öğütme cihazı olarak kullanılabilir. Çubuklu değirmenlerle 50 mm boyutlu malzeme 300 mikrona indirilebilir. Çubuklu değirmenlerin uzunlukları çapının 1,5 ile 2,5 katı arasında değişir. Değirmen çubuklarının eğilme göstermemesi için 6 m'den uzun olmaması istenir. Bilinen en büyük çubuklu değirmen 4,57x6,4 m boyutundadır. Bunlar boşalma sekline göre sınıflanmaktadır. Genel bir kural olarak boşalma, değirmen gövde çevresine ne kadar yakın ise, aşırı öğütme o kadar az ve malzemenin değirmenden geçiş hızı daha fazladır. Şekil 6.11.' de bir çubuklu değirmen gösterilmiştir [15].

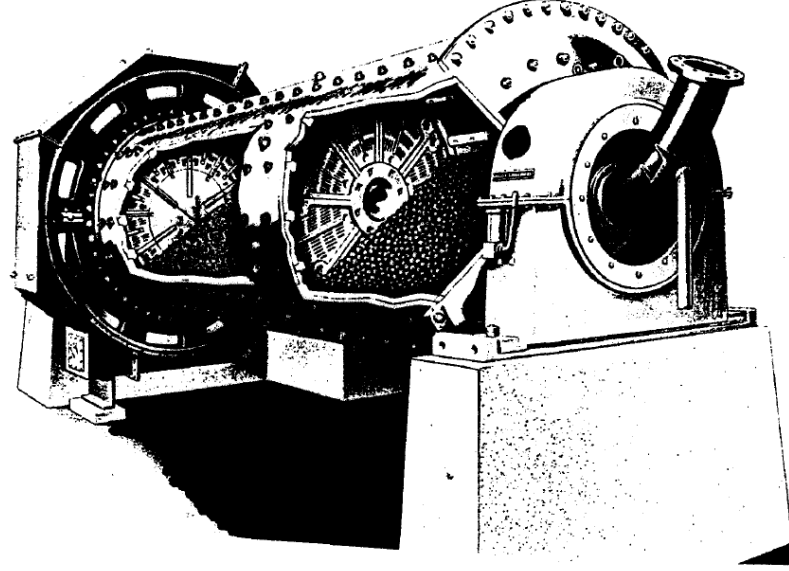


Şekil 0.11 Çubuklu değirmen örneği [16]

Çapları 25–150 mm arasında değişen çubuklar değirmene şarj edilirler. İri besleme işi iri çubuk gerektirir. Çubuk şarj oranı hacmin %35'i olduğunda en uygun öğütme elde edilir. Çubuk aşınması, besleme malı, değirmen hızı, çubuk uzunluğu ve öğütme inceliği ile değişir ve yaş öğütmede ton cevher basma 0,1–1 kg'dır. Çubuklu değirmenler kritik hızın %50–65'i gibi bir hızla çalıştırılırlar. Besleme yoğunluğu, ağırlıkça %60–75 katı arasındadır. Nispeten ince besleme malında bu oran düşürülür. Çubuklu değirmenlerde öğütme tarzı bilyalıya nazaran farklıdır, çubuklar arasında en iri cevher parçaları kadar aralık kalır, öğütme hareketi en iri parça üzerine toplanır. Elde edilen ürün bilyalıya nazaran daha iri ve birbirine daha yakın boyuttadır (Şekil 6.12.). Öğütme tane iriliğinden daha iri ürün çıkışı minimumdur [16].

#### 4.3.8 Bilyalı Değirmen

Boyut küçültme işlemlerinin son aşaması bilyalı değirmenlerde yapılır. Birim ağırlık için bilya yüzey alanı çubuklardan daha fazla olduğu için bilyalı değirmen ince öğütme için daha uygundur. Bunların uzunluk/çap oranı 1–1,5 ile sınırlıdır (Şekil 4.12).



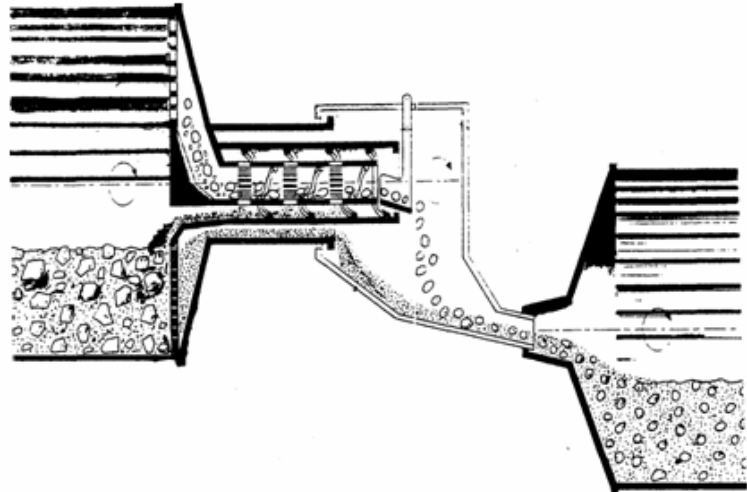
Şekil 0.12 Kamaralı bilyalı değirmene ait görünüş [16]

Bilyalı değirmenler boşalma şekline göre sınıflandırılır. Boğaz boşluğundan taşan ve ızgaralı taşmalı değirmenler olarak iki tiptedir. Iızgaralı taşmalı değirmen genellikle düz taşma değirmenlerinden daha iri besleme kömürü ile çalışırlar ve bunlardan fazla ince öğütülmüş ürün istenmez. Boğaz boşluğundan taşan değirmenler ise en basit yapılı ve uygulamada özellikle ince öğütme için en çok kullanılan değirmenlerdir. Öğütme verimleri aynı olmakla birlikte bu değirmenlerin güç sarfiyatı ızgaralı taşmalı değirmenden %15 daha azdır. Besleme malı pülp yoğunluğu mümkün olduğu kadar yüksek olmalıdır. Bilyaların etrafı uygun kalınlıkta pülp ile kaplanmalıdır. Çok sulu pülp, bilyaların birbiriyle temasının artmasına ve dolayısıyla ortam aşınmasına ve verimin düşmesine neden olur. Pülp yoğunluğunun, cevhere bağlı olarak ağırlıkça %65–80 katı olacak şekilde ayarlanması uygun olur. İnce öğütmede ise daha düşük pülp yoğunlukları istenir. Öğütme verimi bilyaların yüzey alanı ile de ilgilidir. Bilyalar mümkün mertebe en küçük ve öğütülen malzemenin en iri boyutunu öğütebilecek boyutta seçilmelidir. İri öğütmede 10–2 cm bilyalardan belirli oranlarda şarj konur. İnce öğütmede ise 5–2

cm'lik bilya çapları ile bir karışım şarj edilir. şarj miktarı değirmen i hacminin %40–50'si kadardır. Değirmene verilmesi gereken enerji, şarj miktarı ile artar. Değirmen hacminin %50'si kadar şarj verilirse harcanması gereken enerji maksimum olur. Optimum değirmen hızı da şarj hacmi ile artar. Bilyalı değirmenler genellikle ubuklu değirmenlerden daha yüksek hızlarda çalıştırılır. Bu durumda bilyaların katarakt hareketinde artış olacağından malzemenin istenen boyuta öğütülmesi daha hızlı gerçekleşir. Bu hız kritik hızın %70–80'i kadardır [16].

#### 4.3.9 Otojen Değirmen

Ocaktan çıkan veya birincil kırma işleminden geçirilen cevherin bir değirmen içinde kendi kendine öğütülmesi anlamına gelen otojen öğütme son yıllarda boyut küçültmenin önemli bir konusu haline gelmiştir (şekil 4.13). Uygun cevherlerde bu tip öğütme öğütücü ortam masrafını ortadan kaldırmakta, daha düşük oranlarda ince malzeme ve şlam verebilmektedir. Otojen ğtme yas veya kuru olarak uygulanabilir. Kuru ğtme killi malzeme için uygun değildir, evre sorunu daha fazladır ve öğütme kontrolü yaşa nazaran zordur.



şekil 0.13 Otojen değirmen [16]

Besleme malzemesinde iri boyut fraksiyonunun az olduğu durumlarda çakıllı öğütme uygulanmaktadır. Bu metotta iri kısım besleme malzemesinden bir elek ile ayrılır, geri kalan kısım bilinen kırma işlemlerinden geçirildikten sonra, ayrılan iri kısım ile birlikte bir değirmende ince öğütmeye tabi tutulmaktadır. Bu tip öğütmeye parça veya çakıllı

öğütme adı verilmektedir. Otojen ve yarı otojen öğütme genellikle birincil kademe öğütme gayesiyle, çakıllı öğütme ise ikincil öğütme gayesiyle kullanılır. Otojen değirmenler genellikle kritik hızın % 80–85'i kadar bir hızla çalıştırılırlar. Besleme hacmi ve değirmen gücü besleme hızı ile değişir. Genellikle, çap/uzunluk oranı yüksek olduğunda besleme hızı, hacmin %35–40'ı civarında tutulmaktadır. Daha yüksek hacimlerde besleme boğaz boşluğundan tasmalara neden olmaktadır. Otojen değirmenlerde güç sarfiyatı önce hacmin %40'ına kadar doğrusal bir artış gösterir sonra bir denge yakalayıp istikrarlı bir konumda enerji tüketilir. Otojen değirmenlerde bir üniteye 25 cm den 100 µm'ye kadar boyut küçültme derecesi elde edilebilmektedir [16].

---

**KÖMÜR PARK SAHASI VE BANT YOLLARININ ÜZERİNİN KAPATILMASININ  
TEKNİK VE EKONOMİK ANALİZLERİ İLE İLGİLİ UYGULAMA****ORHANELİ TERMİK SANTRALİ**

Santrallerde bulunan kömür bant yolları, park sahaları ve kömür hazırlama işlemlerinin incelenmesi için Bursa ili içerisindeki, kömürle elektrik üretimi gerçekleştirilen Orhaneli Termik Santrali inceleme ve teknik analizler yapılması açısından uygun bulunmuştur. Aşağıda termik santrale ait bazı bilgilere yer verilmiştir.

Bulunduğu Yer	: Bursa İli, Orhaneli İlçesi, Karıncalı
İşletmeye Açılış Tarihi	: 23.03.1992
Kurulu Güç	: 210 MW
Nominal Yıllık Üretim Kapasitesi	: 1.400.000.000. kWh
Konsorsiyum Ünitesi	: Kazan ve Yardımcıları ile Su tasfiye STEINMULLER (ALMANYA) SUN-TEK (TÜRKİYE)
Türbin Generatör, Elektrik tesisatı ve yardımcı tesisler	TECHNOPROMEXPORT (RUSYA). Kazan montajı: TOKAR A.Ş. TPE Teslimatı için STFA İnşaat, STFA Montaj A.Ş
Santral Yerleşim Alanı	: 870.000 m <sup>2</sup> dir.
Kullanılan Yakıtın Cinsi	: LİNYİT
Alt Isıl Değeri (Dizayn Değeri)	: 1.780-2.560 Kcal/kg
Santralın Günlük Yakıt İhtiyacı	: 4.800 ton
Ruhsat Alanı	: TKİ Ruhsat Sahası

Toplam Rezerv	: 44.000.000 Ton.		
Çalışan Personel Sayısı	: NİSAN 2012 verileri		
Toplam	: 298	Mühendis+Tekniker	:16
Memur+Sözleşmeli	: 52	İşçi	: 230



Şekil 0.1 Orhanlı Termik Santrali genel görünümü

Kazan : Linyit yakıtlı, ilk devreye girişde mazot, sonra Fuel-Oil yakıtlı tek çekişli tabii sirkülasyon ve domludur.

Türbin: Üç kademeli kondanserli, 210 MW 3000 d/d.

Genaratör: 250 MWA, B sınıf izalasyon, tristör ikazlı rotor hidrojen stator su soğutmalı, genaratör çıkış gerilimi 15,75 kV

Ünite Sayısı: Kuruluştta 1 adet. 2.'ci ünite için tüm yardımcı tesisler yapılmış ve kapasiteler iki üniteye göre dizayn edilmiştir.

Santral İç Tüketimi : %7,86 TPE kısmı, Kazan %5,40, toplam %13,26 MW/yıl.

Brüt Üretim Isı Sarfiyatı: 2412 Kcal/Kwh (türbinde 2000 Kcal/Kwh.)

Kül-Curuf Atma Sahası: 1,917.000 m<sup>2</sup>, Kül Barajı, dolma süresi 15 yıldır. Daha sonra baraj gövdesi yükseltilecektir.

Toplam Santral Sahası: 1.230.000 m<sup>2</sup>

Baca: Yükseklik 270 m. Alt çap 30 m, Üst çap: 9,4 m. İzoleli çelik baca çapı: 6 m.'dir.

Soğutma Kulesi: Yükseklik 87,92 m. Alt çap 84 m. Üst çap 41,5 en dar çap 40 m'dir.

Orhaneli Termik Santrali karayolu ile Bursa'ya 47 km, Orhaneli' ye 17 km mesafedeki Karıncalı Beldesi yakınındaki Çatlı Düzü mevkiinde bulunmaktadır. Deniz seviyesinden yüksekliği 360 m'dir.

Yüz ölçümü 764 km<sup>2</sup> olan Orhaneli'nin etrafı Çal Dağı, Maslak Tepesi ve Kurt Dağı ile çevrili olup, ovası küçük bir çanak görünümündedir. İlçenin 4 km uzağından geçen Orhaneli' deki adıyla Koca su (Adronas Çayı) Tavşanlı çevresinden doğup, Ulubat Gölüne dökülen en önemli akarsuyudur.

Orhaneli'nin en önemli yer altı zenginlikleri Krom ve Linyit Kömürü olup, bitki örtüsü Çam, Meşe, Kayın, Kızılcım, Karaçam ve Ardıç Ormanları ile bazı bölümleri ise Çalılık bitki örtüsü ile kaplıdır.

Orhaneli ilçesi EÜAŞ ve MLI' nin kurulması ile birlikte sanayi bölgesi haline gelmiş, Orhaneli'nin sosyal düzeni ve yaşamı bu kuruluşların sosyal tesisleri ile olumlu yönde etkilenmiştir.

Santral yeri seçilirken aşağıdaki faktörler dikkate alınmıştır:

- Kömür yatakları ile kül ve cüruf atma sahasına yakınlığı,
- Santralin ihtiyacı olan suyun bulunabilirliği ve yakınlığı,
- Elektrik tüketim merkezine yakınlığı,
- Depreme mukavemet bakımından fay hattında bulunmayışı,
- Karayolu ulaşım kolaylığı,
- Rüzgâr yönü.

## 5.1 Santrale Kömür Temini

MTA tarafından yapılan sondajlara göre, Santral yerine 6 – 8 km uzaklıkta Gümüşpınar, Çivili, Sağırılar bölgelerinde toplam 54.464.000 ton görünür ve 44.012.877 ton işlenebilir vasıfta düşük kaliteli linyit rezervi saptanmıştır. Ayrıca santrala yakın bir bölgede sayılabilecek Keles, Harman alanı çevresinde 50.290.000 ton görünür, Davutlar çevresinde ise 16.550.000 ton muhtemel olmak üzere, toplam 66.840.000 ton linyit rezervi bulunduğu MTA araştırmaları sonucu bilinmektedir.

Gümüşpınar, Çivili, Sağırılar Bölgesinden Santrale verilen Linyit 1780 – 2560 Kcal / kg alt ısı değerinde, kül oranı yüksek olan düşük kaliteli bir yakıttır. Santralde kullanılan kömürün analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Alt Isı Değeri:1780-2560 Kcal/kg. Nem Oranı: %28,52

Kül Oranı: %26,58

Kükürt Oranı: %2,7 ± %10

Santralin yıllık yakıt tüketimi, bir ünite için yakıtın kalorifik gücüne bağlı olarak, ortalama 1.500.000 ton civarında olup, bununla yılda 1,4 milyar kWh elektrik enerjisi üretilen ve bu enerji başlangıçta 154 KV' lik iletim hatları ile Ulusal Elektrik Sistemine verilmektedir [17].



Şekil 0.2 MTA kömür teslim noktaları

## 5.2 Kömür Alma ve Hazırlama Sistemleri

Harici kömür hazırlama ve nakil tesisatı; birbirinin aynısı olan iki teknolojik hattan oluşmaktadır. Her bir teknolojik hat için 3x300 ton kapasiteli bir tuvenan kömür bunkerleri, her bir bunker altında birer adet sürgülü kapak, bir adet paletli çıkarıcı bir

adet zincirli konveyör üzerinde çalışan palzerli kırıcı, beş parçadan oluşan bir bant sistemi, 4 adet transfer istasyonu ve en nihayet sekonder kırıcı binasından oluşmaktadır.

Linyit Kömürü 65 Ton'luk damperli kamyonlarla getirilip bunkerlere boşaltılmaktadır. İki hat için toplam 6x300 ton'luk iki bunker sistemi yapılmıştır. Her hattın kırma ve taşıma kapasitesi 650 t/saattir.

Her bir hat günde 16 saat çalışarak, iki üniteye 24 saat yetecek kömürü taşıyacak kapasitede yapılmıştır. Burada kırılan linyit kömürü 0-300 mm olarak ikinci kırıcıya taşınmaktadır.

Paletli besleyiciler 200, 400 ve 650 ton/saat yüke göre 3 kademe hız ayarlıdır. Paletli besleyicilerle çıkarılan linyit doğruca zincirli götürücünün üzerine dökülmekte ve buradanda kırıcıya verilmektedir. 1A ve 1B Bantları başlangıç kısmında %1 hassasiyette bant kantarları mevcuttur. Bu kantarların ölçüm değerleri, KTN binası önünde bulunan kontrol binasındaki panodan okunabilmektedir.

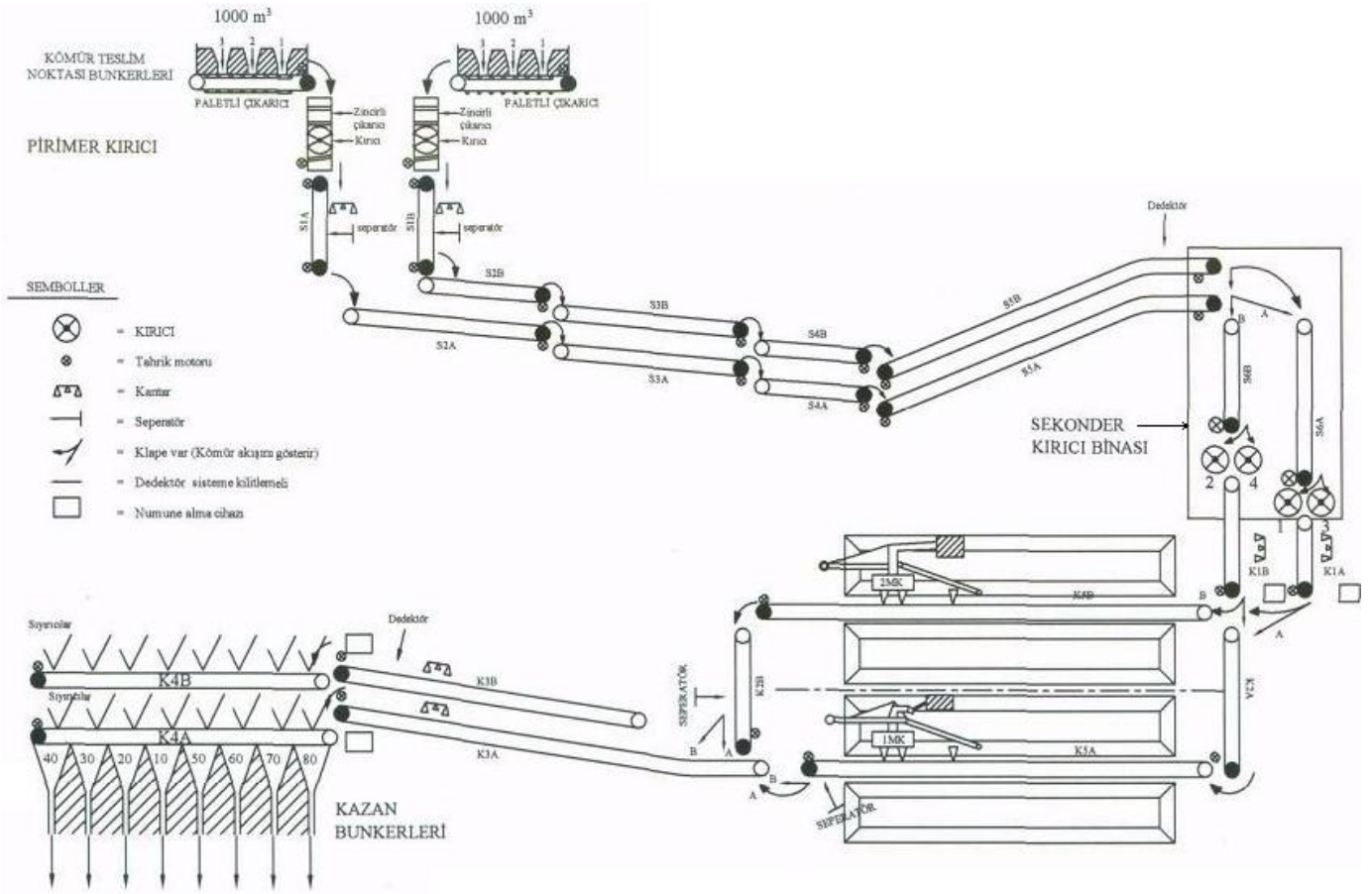
KTN 'de bulunan teçhizatın kontrol kumandasıda bu kontrol binasından yapılmaktadır. Sistemde, 1A,B ile 2'ci kırıcıya giriş bandı olan 5A,B bantlarında manyetik dedektörler bulunmaktadır.

Tüm sistemde bant hızı  $V = 2,62$  m/sn. dir.

Bant genişliği 1000 mm'dir.

- 1A ve 1B bantları, çelik kordlu ST 800 kalitesinde 5/3 mm üst/alt kaplama kalınlığında DIN standartlarına uygundur.

- Diğer bantlar, Rayon-Naylon kordlu, 4 katlı, 5/2 mm üst/alt kaplama kalınlığında TSE ve DIN standartlarına uygundur [17].



Şekil 0.3 Kömür alma hazırlama sistemi hat şeması

Kömürler MTA tarafından kömür teslim tepesine bırakıldıktan sonra, direkt olarak Şekil 5.4 ' de gösterilen transport makinalarından birincil kırıcılara aktarılmaktadır.



Şekil 0.4 Transport makinaları

### 5.2.1 Kırıcılar

0-300 mm irilikte linyit taşınmaktadır. Şekil 5.5 ' de görülen ilk kırıcı 800 mm'den 300 mm'ye kırma yapmaktadır. Yakıt sahası ucunda tesis edilen kırıcılar binasındaki TPE kırıcılarında linyit 0-30 mm iriliğe indirilmiş olarak stok edilebilmekte ya da doğrudan Santral bunkerlerine gönderilebilmektedir.

Santral sahasında kömür stoklama kapasitesi 200.000 t, h=6 m'dir.



Şekil 0.5 Primer silindirik kırıcılar

Harici kömür hattından Santral kırıcılarına 0-300 mm irilikte linyit kömürü verilmektedir. Bu kömür kırıcı bunkerine A hattından veya B hattından verilebilmektedir. Her iki hat üzerinde paralel iki kırıcı konmuştur. Kırıcılardan geçen kırılmış kömür 1A veya 1B bandına verilebilmektedir. Bu iki bant ilk transfer binasına kadar devam etmektedir. Bu hatlardan biri çalışırken diğerinin çalışmasına gerek olmayacaktır. Keza kırıcılarda; kapasite olarak bir tanesi 2 üniteyi besleyecek kapasitede seçilmiştir. 1 no.lu transferden istendiğinde 2A bandı ile 2 no.lu transfer binasına ya da 5B bandı ile 2 no.lu (sonradan alınan park makinası) park makinasına yakıt gönderilebilmektedir. Sistem park makinaları ile sahaya stok yapılmasına göre dizayn edilmişse de yakıtı doğrudan santral bunkerlerine de göndermekte mümkündür. Sekonder kırıcı binasındaki kırıcılar A ve B Bantları üzerinde 2'şer adet bulunmaktadır.

Kırıcılara gelen kömür iriliği: 0-300 mm

Kırıcılardan çıkan kömür iriliği: 0-300 mm ile 20 mm ye ayarlıdır.

Kırıcı adedi: Çekiçli 132 adet çekiç

Motor gücü: 800 KW.

Voltaj gücü: 6 KV.

Kırma kapasitesi, her biri için: 200-660 t/h (ayarlanabilir.)

Rotor çapı: 2000 mm.

Rotor ağırlığı: 18,500 kg.

Şekil 5.6 ' da görülen 1 kırıcının ağırlığı: 62,505 kg 4 Kırıcının ağırlığı: 250,020 kg



Şekil 0.6 Sekonder kırıcılar (4 adet)

### 5.2.2 Taşıyıcı Bantlar

Bant Uzunlukları : (Sekonder kırıcı öncesi)

1A;1B BANDI : 865 metre

2A;2B " : 575 "

3A;3B " : 700 "

4A;4B " : 260 "

5A;5B " : 500 "

TOPLAM UZUNLUK : 2900 metre'dir.

Bantların Genişliği: 1.000 mm

Taşıma Kapasitesi: 2x650 t/h çift bant, 5 sektörden oluşuyor. 4 adet transfer istasyonu vardır.

Bantların (sekonder kırıcı sonrası) Bant hızı,1AB;2B: 2,3 m/sec; 5A ve B Hatlarında

2.11m/sn ve taşıma kapasitesi, tüm sistemde; 770 t/h; 3A ve B hatlarında 2.12/sn

Sekonder kırıcı sonrasındaki bant genişliği: Tüm sistemde: 1200 mm (Naylon ve tekstil kordlu bantlar).

Konveyör bant sistemi, iki tambur arasında bulunan sonsuz (uçsuz) banttandır. Taşınacak yük bir taraftan yüklenir diğer yerden boşaltılır. Bantlı konveyör elemanları: Tahrik tamburu (tahrik ünitesine bağlı), dönüş tamburu (germe düzenine bağlı), üst ve alt makara, kılavuz rulo, gergi sistemi, motor ve çelik konstrüksiyondan oluşur. Hareketin sağlanması için bant sistemine bir ön gerilme kuvvetinin uygulanması şarttır.

Taşıyıcı makaralar tek parçalı ya da çok parçalı olarak çelik yapı üzerinde tespit edilmişlerdir. Taşıyıcı makaralar, üst kısımda banda düz veya oluk formunda, alt kısımda ise düz olarak yapılır. Düz bantlar parça malların iletiminde ve düşük kapasitelerde kullanılabilirler. Dökme malların büyük taşıma kapasitelerinde iletimi 2, 3 veya 5 parçalı taşıyıcı makaraların yataklık ettiği oluklu, geniş bantlarla yapılır. Orhaneli Termik Santralinde 2 ve 3 rulolu istasyonlu olarak bant altı yataklanmıştır [18].



Şekil 0.7 Bant tüneli ve 3'lü istasyonlu konveyör

Sistemde 1A ve B Bantları çıkışında iki kantar mevcuttur. Harici kömür, kömür hattı girişinde manyetik metal tutucu ayrıca 3A ve B bantları başlangıç kısımlarında manyetik metal tutucu vardır. 3A ve B bantlarından numune almak için, numune alma cihazları konmuştur. Sistemde aşınmaya karşı kritik bunker ve şut yüzeylerinde manganlı çelik zırh kaplaması vardır. Bazı şutlarda buharlı ısıtma için yarım yuvarlak kesilmiş borular kaynatılmıştır. Bu sistemin otomatik kontrol ve kumandası, kömür park sahası yol tarafında bulunan 50 nolu binada yapılmaktadır [17].

### 5.2.3 Park Makineleri

Santraldeki sekonder kırıcı binasından sonra kömürlerin uğradığı bir diğer istasyon park makineleridir. Park makineleri ile kırıcılarda 0-30 mm küçüklüğe kadar kırılan kömürler, park makinelerinin çift yönlü çalışma yapmaları ile hem stok sahalarında istiflenebilmekte hem de stok sahalarında istiflenen kömürün makine üzerine alınıp kazan binasına taşıma yapan bantlı konveyörlere alınması işlemleri yapılabilmektedir.

Orhaneli termik santralinde Şekil 5.8 ' deki 2 adet park makinesinin teknik özellikleri Çizelge 5.1'de verilmiştir.

Çizelge 5. 1 Kömür park makinalarının teknik karakteristikleri

Özellik	1.K.P.Makinası	2.K P.Makinası
Yakıt alma kapasitesi	1200 t/h	770 t/hh
Yakıt verme kapasitesi	1200 t/h	770 t/h
Gezme uzunluğu	450 m.	500 m.
Ray üstünden itibaren yüksekliği	15 m.	25 m.
Bom dönme açısı	+ 90 Derece	+105 Derece
Ağırlığı	360 Ton.	614 Ton.
Konveyör Bandı genişliği	1400 mm	1200 mm.
Rotor eksenine kadar bom uzunluğu	40 m.	34 m.
Bant hızı	3-5 m/sn.	2-3 m/sn.
Park makinası gezme hızı	2/20 m/dak.	2/30 m/dak
Kovaların rotor çapları	5600 mm.	6500 mm.
Kova adedi	8 adet.	9 adet.



Şekil 0.8 Santral park makinaları

#### 5.2.4 Bunker ve Değirmenler

Sistem dâhilinde 8 adet bunker bulunmaktadır. Kazan bunkerlerinin kapasiteleri 8x300 ton olarak kazan beslenmektedir. Hacimsel kapasiteleri ise 375 m<sup>3</sup> dür.

Değirmenler ise tek sıra halinde 8 adet; 7 adedi yeterli,1 adet yedek veya revizyonla çekiçli tip değirmen, her biri 38,4 t/h öğütme kapasitesindedir [19].



Şekil 0.9 Bunker ve transporter

Kömür çekiçli değirmenlerde toz haline getirilir, kurutulur ve kazanın her iki tarafına yerleştirilmiş olan yuvarlak tip yakıcılara gönderilir. Toz kömürü yakma sistemi garanti edilen kömür yakıldığında 7 değirmen ile tam kapasite kazan buharı sağlayabilecek şekilde tasarlanılmıştır.

Şekil 5.10 ' da görülen her değirmen en düşük %50 kapasitede çalışır. Toz kömür yakma sistemi tam buhar kapasitesinin %50 sinden daha yüksek buhar üretimlerinde toz kömür yakılacak şekilde dizayn edilmiştir. %50 nin altındaki yüklerde çalışan kömür değirmenine tahsis edilen fuel oil yakıcıları yakılmalıdır.

Ham kömür her değirmene ayrı bir bunkerden çelik paletli konveyörlerle gelir ve kömür debisi kazan yüküne göre ayarlanır. Değirmenlerdeki öğütme ve kurutma işlemi için ve gerekli toz kömür çıkış hızını sağlamak için değirmene kömür yüküne göre değişen miktarda taşıyıcı havası alınır. Değirmen çıkış sıcaklığının kontrolü için kurutma havası kanalından alınan hava primer hava ısıtıcısından (lununun kısmi kademesi) gelen primer hava akımına katılır. Bu sıcaklığın kontrol pulse sınıflandırıcı sıcaklık ölçüm noktasından gelir. Garanti kömür yakılırken sınıflandırıcı sıcaklığı 80°C civarında tutulur.



Şekil 0.10 Çekiçli değirmenler

Her bir değirmen; değirmen yuvası, sınıflandırıcı, çekiç kolları ve başlarıyla beraber rotor shaftı, yataklar ve kaplından meydana gelir.

66 çift çekiç kolu ve 132 adet çekiç başı vardır. Çekiç başları tek taraflı aşınma halinde döndürülerek kullanılabilir şekilde tasarlanmıştır. Çift başlı çekiç kolları rotor shaftına

zizaklı sıralanmış ve radyal takılıdır. İçi boş rotor şaftı değirmenin kendi soğutma devresinden alınan suyla soğutulur. Değirmen direk bağlantılı bir motorla döndürülür. Değirmen ile motor birbirine esnek bir mil kaplin ile bağlıdır [19].

### **5.3 Harmanlama (Homojenizasyon)**

Termik santrallarda kullanılan kömürlerde Harmanlama / Homojenizasyon; bir kömür yatağında, geniş bir aralıkta değişim gösteren farklı ısı değerlere sahip kömür katmanlarının seçimli madencilik yöntemi ile üretilerek, santral kömür stok sahasında çeşitli harmanlama teknikleri ile ısı değer değişim aralığı daha dar olan ve santralin kazan dizaynına uygun kalori değerlerinde, homojen bir karışım elde etme işlemidir.

Harmanlama/Homojenizasyon işlemi sonucu elde edilen karışım kömürün ortalama ısı değerinin daha da yükseltilmesi, ancak, harmanlama işlemlerinin her hangi bir aşamasında bir "Kömür Zenginleştirme Projesi" ilavesi ile mümkündür [24].

Isıl değer; kısa zaman aralıklarında sık sık değişmesinin santral kazanlarında yarattığı ritim bozukluğunun giderilmesi ve yük stabilitesinin sağlanabilmesi için, santralda kullanılacak kömürde, bir homojenizasyon çalışması yapılması şarttır. Bu nedenle, gerek kömüre dayalı termik santral tasarımı aşamasında, gerekse işletmedeki termik santrallarda kullanılacak ortalama kömür özellikleri; "Kömür Harmanlama / Homojenizasyon Projesi" yapılarak elde edilmelidir.

Termik Santralin işletme döneminde santrala verilen kömür özelliklerinin, santralin tasarımına esas kömür özelliklerinden farklı olması; işletme şartlarının bozulmasına, üretim kayıplarına, teknik, ekonomik ve çevresel etkiler bakımından olumsuz koşulların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Kömürün; ısı değer, kül, kükürt, nem, külün elementer içeriği, kömürün öğütülebilirliğinde meydana gelen değişimler; santralin düşük yükte çalışması, yedek tesisleri devreye alma zorunluluğunun olması, teçhizat kapasitelerinin yetersiz kalması, elektrofiltrelerin kül yükünün artması, yanma odası sıcaklığının yükselmesi veya düşmesi, baca gazı çığlaşma noktasının değişmesi, baca gazı kükürtoksit konsantrasyonlarının artması vb. gibi istenmeyen dolaylı oluşumlara yol açmaktadır.

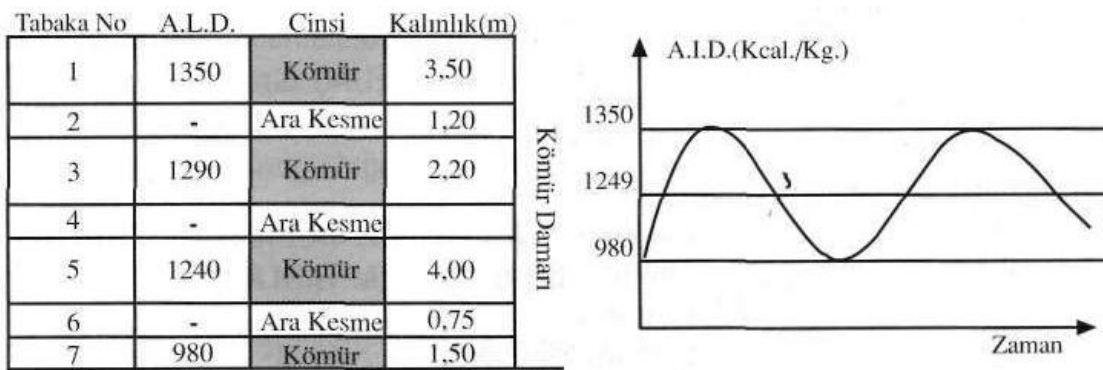
Verimli, sürekli, ekonomik elektrik üretiminde, termik santrallara verilen kömür özelliklerinin, santral tasarımına esas alınan kömür özelliklerinde olmasının önemi çok büyüktür [24].

### 5.3.1 Yakıt Homojenizasyonu Planlaması

Kömür kalitesi yatay ve düşey olarak büyük değişiklikler gösteren bir kömür yatağında, kömür varlığının değerlendirilmesi amacıyla kurulması planlanan veya işletmedeki termik santralin tasarımına esas kömür özellikleri bir "Kömür Harmanlama / Homojenizasyon Projesi" ile belirlenmelidir.

Bu proje:

1- Kömür yatağının sondaj verilerine dayalı kalori, nem, kül, uçucu madde, sabit karbon, kükürt, küldeki CaO v.b. gibi parametrelere göre jeostatistik tahmin yöntemleri de kullanılarak sınıflandırılması. [Rezerv Modelleme- Şekil 5.11]

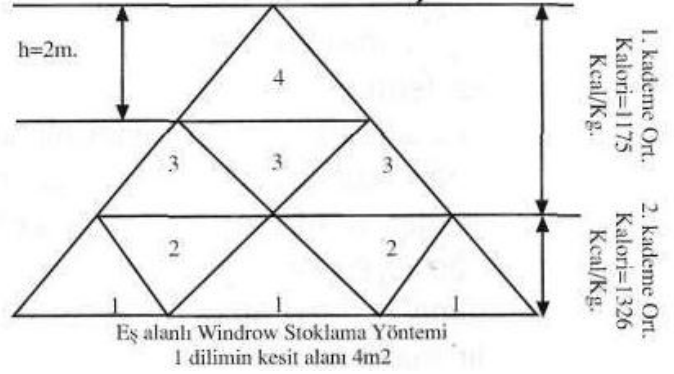


Şekil 0.11 Rezerv Modelleme [24]

2- Sınıflandırılmış kömür katmanlarının bir plan dâhilinde seçimli madencilik (Selective Mining) yöntemi kullanılarak uygun maden, makinaları ile üretilmesi.

3- Miktarı ve diğer özellikleri bilinen bu kömürlerin, uygun stoklama makinalarıyla, uygun bir stoklama yöntemi (Windrow, Chevron veya Windrow/ Chevron v.b.) ile Harmanlama / Homojenizasyonu yapılarak santral kömür park sahasında stoklanması (Şekil 5.12) [24].

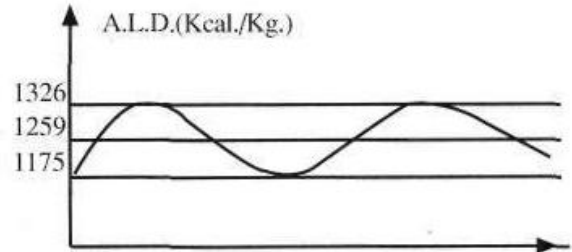
Tabaka No	A.I.D.	Kalınlık(m)
1	1350	3,50
2	-	1,20
3	1290	2,20
4	-	0,80
5	1240	4,00
6	-	0,75
7	980	1,50
Top/Ağ. Ort.	1249	13,95



Şekil 0.12 Kömür Harmanlama Evreleri [24]

4- Harmanlama / Homojenizasyonu yapılışı bu kömürlerin santrale beslenmesi evrelerini kapsar. Görüldüğü gibi Yakıt Homojenizasyonu Planlaması, kömür yatağındaki kömürün; kalite parametrelerinin tespiti ile başlayıp, santral kazanlarına beslenmesine kadar olan süreci kapsamaktadır. Bu süreç; bir kömür hazırlama (cevher hazırlama) süreci olarak kabul edilmeli ve bu süreçte kullanılacak proses (maden makinaları, nakliyat sistemleri, stoklama makinaları, stoklama yöntemleri v.b.) ile diğer işletme koşulları bu projenin bütünlüğü içinde belirlenmelidir [24].

Blok No	A.I.D.	Birim Alan(m2)
1	1350	12
2	1290	8
3	1240	12
4	980	4
Top./Ort.	1259	36



Şekil 0.13 Bloklar ve Ortalama A.I.D. [24]

Kömür kalitesi yatay ve düşey olarak büyük değişiklikler gösteren bir kömür yatağında, kömür varlığının değerlendirilmesi amacıyla, gerek bir termik santral kurulması planlandığında gerekse işletme dönemindeki termik santrallarda, öncelikle bir "Kömür Harmanlama / Homojenizasyon Projesi" yapılmalıdır.

Bu proje ile termik santralin tasarımına esas kömür özellikleri, jeostatistik tahmin yöntemleri de kullanılarak tespit edilmeli ve bu kömür özelliklerini sağlayacak işletme koşulları ile gerekli madencilik yatırım ve rehabilitasyonları tarif edilmelidir.

Bu yaklaşımla hem santrale verilen kömürün kalorisini kontrol altında tutularak, santralin dizayn değerine uygunluğu sağlanacak hem de en düşük vasıflı kömür katmanları değerlendirilerek kömür varlığının israf ve tahribine meydan verilmeyecektir [24].

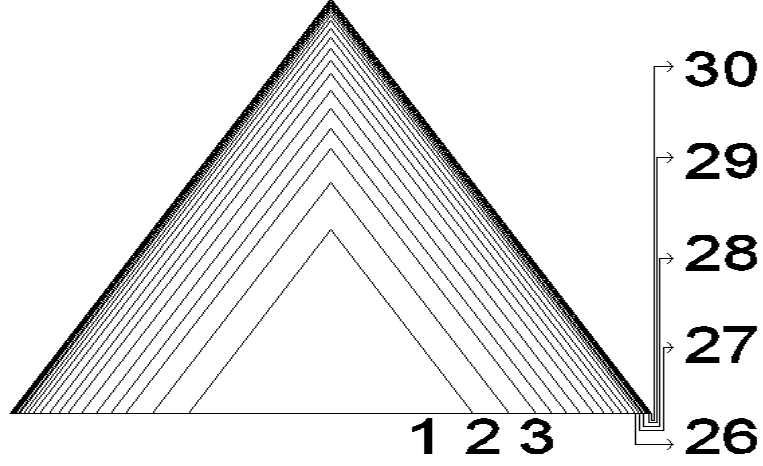
#### **5.4 ORTES Harmanlama Teknik Bilgileri**

Orhaneli termik santralinde harmanlama işlemleri; farklı ısı değerlere sahip kömür katmanlarının, santral kömür stok sahasında koni şeklinde üçgen prizma oluşturma tekniği ile yapılmaktadır.

Harmanlama işlemi kömür park sahasında yapılmaktadır. Kömür teslim noktasından dökülen ve bantlardan, kırıcı ve öğütücülerden geçerek gelen kömürlerden her iş gününde vardiyalık numuneler alınıp bu gelen kömürün o vardiya içerisindeki kalori değerine göre sahada belirli bölgelere stok yapılmaktadır. Daha sonra kömür park makinaları ile harmanlama işlemi yapılmaktadır.

Bant yollarıyla gelen kömürler sekonder kırıcıda 30 mm ve altına kırılarak küçültüldükten sonra park makinaları yardımıyla stok sahasına 5 cm'lik ince tabakalar halinde stokerler düşük hızda hareket halinde çalışarak serilme işlemleri yapılıyor. Bu şekilde üçgen prizma şeklinde yığınlar oluşturuluyor.

Değirmenlere sevk edilmeden önce stokerle sabit vaziyette iken yığından 1,5-2 m yüksekliğinde 0,5 metre kalınlığında kömür hacmi, santral kazanına doğru giden bantlara yükleme yapılıyor. Bu işlemin sonucu da 25-30 farklı kömür tabakasının (Şekil 5.14) harmanlanmasına denk geliyor. Bu kullanılan tekniğe sandviç metodu denmektedir.



Şekil 0.14 Sandviç metodu ile stoklama yöntemi ve katmanlar

Homojenizasyon kömür santrallerinin en önemli işlemlerinden biridir. Bunun nedeni homojen yanma oluşmasını ve curuf oluşmamasını sağlamaktır.

Yaz ve kış aylarındaki yağış miktarlarına göre kömürlerdeki nem oranının santrale etkisine değinmek gerekirse; kömürdeki nem oranının değışimi hem enerji üretimini hem de kömür tüketimini doğrudan doğruya etkiliyor. Değirmenler enerji üretimine göre ve kazanın yüküne göre otomatik olarak besleniyor. Bu nedenle tüketilen kömür mevsimsel olarak değışiklik gösterebiliyor.

Kömürün kalitesi arttığı zaman ocak sıcaklığı yükselebilir, bunun da borular üzerinde ve kazanın çeperlerinde olumsuz etkileri olabilmektedir. Kömür kalitesi düştüğü zamanda günlük planlanan üretimin dışına çıkılabilmektedir. Bu nedenle, fuel oil destekli üretim yapma zorunluluğu doğabilmektedir. Fuel oilin de yanması sonucu kazan ve borularda olumsuz etkiler meydana gelebilmektedir.

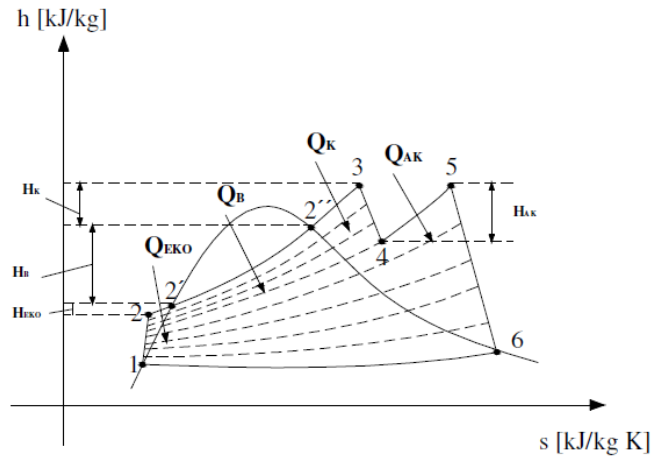
Kış aylarının nemli kömürlerini düşününce akla değirmenlerde kömür sarma yapıyor mu sorusu gelebilmektedir. Santralde bunun önlenmesi için değirmenlere 400 °C civarında sıcak hava besleniyor. Bu hava ile hem kurutma hem de pnömatik sevk işlemleri yapılıyor. Nemin yükselmesi durumunda sıcak hava temini limitine geliniyor ve nominal üretime çıkılamıyor. Değirmenlerde sarmadan ziyade nemin yüksek olduğu durumlarda değirmenden çıkan hava+kömür+su buharı karışımının sıcaklığı düşüyor ve kazana giden yakıt borularda terleme ile çamurlaşma ve kesit daralması oluşturarak santralin enerji üretimini sınırlıyor.

**ÜRETİMİ MAKSİMUM YAPACAK KAZAN KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ**

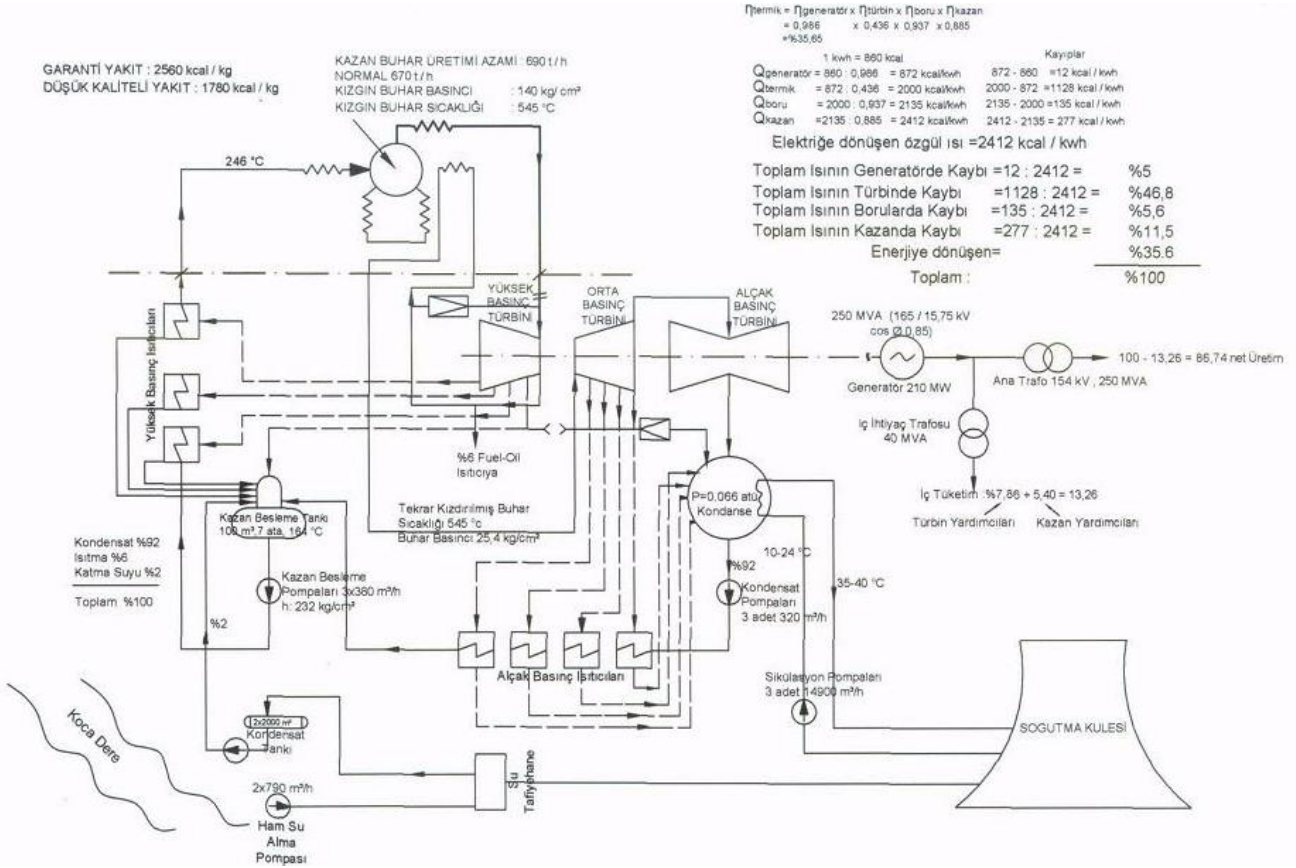
Santral yapısının belirlenebilmesi için öncelikle santralin ısıl durumunu ortaya koyabilecek h-s diyagramının çizilebilmesi gerekir. Böylelikle santralin tüm kritik noktalarındaki termodinamik koşullar belirlenebilir [20].

210 MW gücündeki bir santralde kömür tüketimini bulalım. Daha sonra bulduğumuz değerler ile Orhaneli Termik Santralinin kazan tüketim değerlerini karşılaştıralım.

Bu santralin ara kızdırmalı bir h-s diyagramından faydalanılması gerekmektedir (Şekil 6.1).



Şekil 0.1 Ara kızdırmalı bir çevrimin h-s diyagramı [21]



Şekil 0.2 Orhaneli Termik Santrali ısı çevrim şeması [19]

$$P_{TB} = 130 \text{ [bar]}$$

$$P_{KÇ} = 137,25 \text{ [bar]}$$

$$P_{AKG} = 26,5 \text{ [bar]}$$

$$P_{AKÇ} = 24,5 \text{ [bar]}$$

$$T_{BS} = 246 \text{ [°C]}$$

$$T_{TB} = 545 \text{ [°C]}$$

$$T_{AK} = 545 \text{ [°C]}$$

$$d_{TB*} = 0,91 \text{ [(kg/s)/MW]}$$

$$d_{AK*} = 0,6 \text{ [(kg/s)/MW]}$$

$$d_{Y*} = 0,433 \text{ [(kg/s)/MW]}$$

$$m_{buh} = 191,1 \text{ [kg/s]}$$

$$m_{kız} = 191,1 \text{ [kg/s]}$$

$$m_{ak} = 126 \text{ [kg/s]}$$

$$m_{eko} = 191,1 \text{ [kg/s]}$$

Şekil 6.1' de de görüldüğü gibi ısı üretimi, 2 noktası ile 5 noktası arasında gerçekleşmektedir. Bu oluşumu aşağıdaki gibi sınıflandırabiliriz.

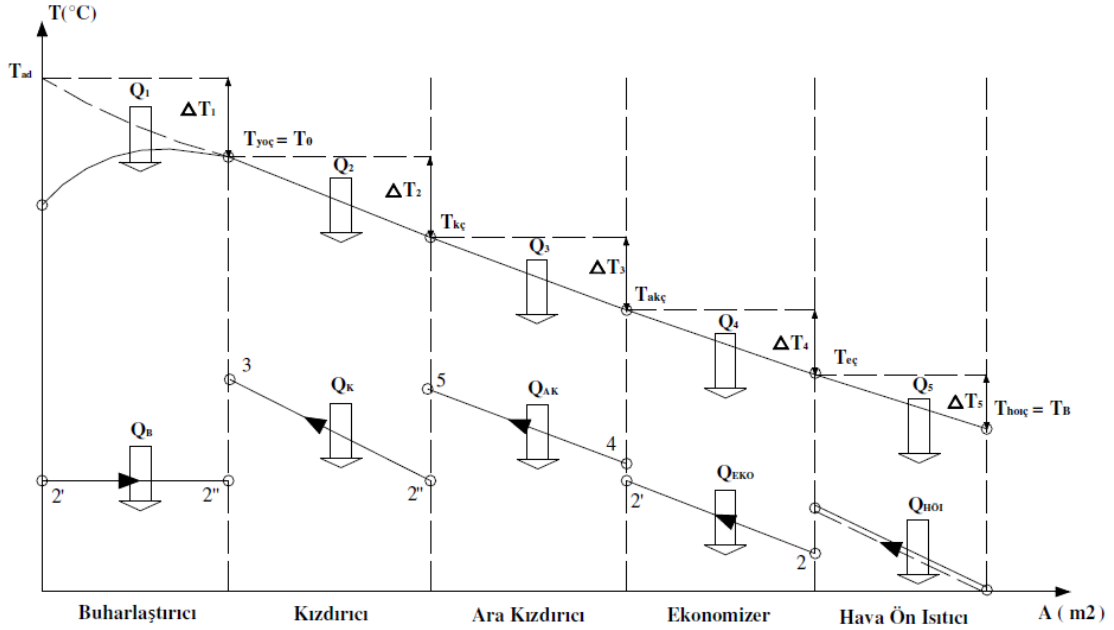
2-2' : Besleme suyu ön ısıtma işlemi (ekonomizer). Bu işlem, buharlaştırma işleminden sonra arta kalan sıcak gazın kullanılmasıyla, yakıt tasarrufu sağlamak amacıyla yapılır. İş akışkanına uygulandığı nokta ise, iş akışkanı basıncının en yüksek olduğu yer yani besleme pompası çıkışıdır.

2'-2'' : Buharlaştırma işlemi (buharlaştırıcı). Bu işlem, kömürün yakılmasıyla elde edilen yüksek ısının ön ısıtılmış besleme suyuna verilmesi ve bu suyun buhar haline dönüştürülmesi şeklinde özetlenebilir. Bu işlem sırasında iş akışkanında faz değişimi gözlemlenir. Kömürden elde edilen ısının en büyük bölümü, bu işlem için harcanır.

2''-3: Kızdırma işlemi (kızdırıcı). Buharlaştırıcıdan çıkan düşük entalpili yeni buhar, buharlaştırmada kullanılan sıcak gaz yardımıyla kızgın buhara bu bölümde dönüştürülür. Böylelikle yüksek ısı düşü potansiyeli elde edilmiş olur.

4-5: Ara kızdırma işlemi (ara kızdırıcı). İş akışkanının büyük bir kısmı türbinden alınarak, dış ortama göre hala yüksek sıcaklığa sahip olan yanma gazı yardımıyla tekrar ısıtılır. Böylelikle yeni bir ısı düşü potansiyeli elde edilerek verimlilik artırılmış olur.

Genel olarak anlaşıldığı üzere ısı ihtiyacının karşılanmasına yönelik temel kaynak, yüksek sıcaklığa sahip yanma gazı olacaktır. Yanma gazının kullanılabilirliğinin artırılması, genel enerji verimliliğinin de artırılmasını sağlamaktadır. Ancak yanma gazının kullanılmasının da belli bir alt sınırı bulunmaktadır. Yanma gazının dış ortam sıcaklığında değil de yaklaşık 150 °C civarında salınması gerekmektedir. Aksi takdirde düşük sıcaklıktaki gazın geçtiği bölümlerde kükürt kaynaklı asit korozyonu görülecektir. Bu da işletme ömrünü kısaltacağından istenmeyen bir durum teşkil edecektir. Yanma gazı ısısının 5 farklı amaç için kullanımı Şekil 6.3' te görülmektedir [21].



Şekil 0.3 Yanma gazı ile iş akışkanı arasındaki ısı akışını gösteren T-A diyagramı [21]

Burada  $Q_1=Q_B$ ,  $Q_2=Q_K$ ,  $Q_3=Q_{AK}$ ,  $Q_4=Q_{EKO}$  ve  $Q_5=Q_{HÖİ}$  olacak şekilde hesaplamalar yapılmıştır. Bu bilgiler ışığında kritik noktalar için entalpi değerleri;

2 noktası için

$$T_2 = 246 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$C_{p2} = 4,18 \text{ [kJ/kg}^\circ\text{C]}$$

$$h_2 = C_{p2} \cdot T_2 = 1028 \text{ [kJ/kg]}$$

2'' noktası için

$$T_{2''} = 350 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$x = 1$$

$$h_{2''} = 2700 \text{ [kJ/kg] (Mollier'den)}$$

2' noktası için

$$T_{2'} = 350 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$C_{p2'} = 4,18 \text{ [kJ/kg}^\circ\text{C]}$$

$$h_{2'} = C_{p2'} \cdot T_{2'} = 1463 \text{ [kJ/kg]}$$

3 noktası için

$$T_3 = 545 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$P_3 = 130 \text{ [bar]}$$

$$h_3 = 3480 \text{ [kJ/kg] (Mollier'den)}$$

#### 4 noktası için

$$T_4 = 360 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$P_4 = 26,5 \text{ [bar]}$$

$$h_4 = 3150 \text{ [kJ/kg]} \text{ (Mollier'den)}$$

#### 5 noktası için

$$T_5 = 545 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$P_5 = 24,5 \text{ [bar]}$$

$$h_5 = 3570 \text{ [kJ/kg]} \text{ (Mollier'den)}$$

$$Q_{buh} = m_{buh} [kg / s] x (h_{2'} - h_{2'}) [kj / kg] = 236390,7 [kW] \quad (6.1)$$

$$Q_{kız} = m_{kız} [kg / s] x (h_3 - h_{2'}) [kj / kg] = 149058 [kW] \quad (6.2)$$

$$Q_{ak} = m_{ak} [kg / s] x (h_5 - h_4) [kj / kg] = 52920 [kW] \quad (6.3)$$

$$Q_{eko} = m_{eko} [kg / s] x (h_{2'} - h_2) [kj / kg] = 83128,5 [kW] \quad (6.4)$$

Bu ısı yüklerinin toplamı olarak bulunan kazan ısı yükü ise aşağıdaki gibidir:

$$Q_{kazan} = Q_{buh} + Q_{kız} + Q_{ak} + Q_{eko} = 521497,2 [kW] \quad (6.5)$$

[21]

### **5.5 Yakıt Isıl Değerinin Hesaplanması**

Kazanın ısı tasarımı yapılabilmesi için, o santral kazanında rezerv ömrü boyunca yakılacak yakıtın ortalama elementer karışım oranlarının belirlenmesi ve bu değerlerden yola çıkılarak ısı değerlerinin tespit edilmesi gerekmektedir.

Ayrıca santral kömür kullanım miktarının belirlenmesinde yakıt al ısı değeri çok önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmakta ve santral kazan kömür tüketim miktarını direkt olarak etkilemektedir.

Bu çalışmada belirlenen örnek santralde yakılacak kömür karışımının yaş bazdaki elementer analiz değerleri aşağıdaki gibidir [22].

$$C: 0,219 \text{ [kg-C/kg-yakıt]}$$

$$H: 0,023 \text{ [kg-H/kg-yakıt]}$$

O: 0,097 [kg-O/kg-yakıt]

N: 0,004 [kg-N/kg-yakıt]

S: 0,019 [kg-S/kg-yakıt]

W: 0,424 [kg-W/kg-yakıt]

A: 0,214 [kg-A/kg-yakıt]

Üst ısıl değer (yanma ısısı,  $H_o$  [kcal/kg-yakıt]) Bir yakıtın üst ısıl değeri, o yakıtın 1 atm sabit basınç ve 273° K sıcaklıkta belirli şartlar altındaki belirli hacimde hava ile tam olarak yakılıyor. Bu yakıtın yanma gazları içindeki su buharının tamamının belirli bir sıcaklıkta yoğuşturulduğunda açığa çıkan toplam ısı miktarıdır.

$$H_o = 8100C + 34100(H - O/8) + 2220S = 2187[kcal / kg - yakıt] \quad (6.6)$$

Alt ısıl değer (ısıtma ısısı,  $H_u$  [kcal/kg-yakıt]): 1 atm sabit basınç ve sabit sıcaklıktaki gazın belirli şartlar altındaki V hacmindeki hava ile yakıldığı zaman, yanma gazları içindeki suyun tamamının buhar olarak gaz fazında bulunduğu durumda açığa çıkan ısı miktarına alt ısıl değer denir.

$$H_u = H_o - 600(W + 9H) = 1808[kcal / kg - yakıt] \quad (6.7)$$

Orhaneli Termik Santralinin kullandığı kömürün alt ısıl değeri: 1780 kcal/kg-yakıt

Bu değer termik santralin yaktığı yakıtın yaklaşık alt ısıl değeri için çok gerçekçi bir değer olarak bulunmuştur.

## 5.6 Kazan Yakıt Tüketimi Hesabı

Kazanın istenilen ısıl yükü karşılayabilmesi için ihtiyaç duyduğu yakıt debisi  $M_y$  [kg-yakıt/ h],

$$M_y = \frac{Q_{kazan}}{H_u \cdot \eta_k} \quad (6.8)$$

formülü ile bulunur [21].

Orhaneli Termik Santralinde  $\eta_{kazan}$  değeri santral ısı çevrimi şemasındaki değerlere göre %88,5 olarak belirtilmiştir [17].

$$M_y = \frac{521497,2kW \cdot 860kcal / kWh}{1808kcal / kg - yakıt \cdot 0,885} = 280290,73kg - yakıt / h$$

Termik santralin saatlik kömür tüketimi 280,29 Ton olarak bulunmuştur.

Termik santral kazanı günde ortalama 18,8 saat çalıştığına göre:

$$M_{yGÜNLÜK} = M_y \cdot 18,8 \quad (6.9)$$

$$M_{yGÜNLÜK} = 280,29 \cdot 18,8 = 5270Ton$$

Günlük yakıt ihtiyacı 5270 Ton kömür olarak bulunmuştur. Orhaneli Termik Santrali Nisan 2012 faaliyet raporunda kaydedilen günlük tüketimlerin ortalaması alındığında günlük 5200 Ton kömür yakıldığı görülmektedir. Bu değer, bu çalışmada hesaplanan değere çok yakındır.

Kazana belirtilen miktarda kömürü taşıyabilecek kapasitede bir yakıt bandının tasarımı ve özelliklerinin ne olması gerektiği bir sonraki bölümde açıklanacaktır.

### KÖMÜRLERİ KAZANA TAŞIYAN BANT TASARIMI

#### 7.1 Bant Tartım Sistemleri

Santrallerde öncelikle kullanılacak linyit miktarı bant kantarları ile ölçülebilir ve sürekli denetim altında tutulabilir.

Bant kantarı bant üzerinde taşınan ürünlerin akış miktarını zamana bağlı olarak (kg/saat) olarak ölçer. Bu şekilde ölçüm, işletmeye önemli bir bilgi kaynağı olurken zamandan ve işçilikten de tasarruf sağlanmış olunur.

Bant sisteminin üzerinde monte edilerek yürüdüğü tamburlardan, herhangi birinin veya bir grubun yerine takılır. Tartı bandı, yükü yük hücresi ile bandın hızını dijital takometre ile algılar ve kontrol terminaline iletir. Tek tamburlu modeli 2 yük hücresi ile çok tamburlu modeli 4 yük hücresi ile çalışmaktadır. Tartı bandına bağlı yük hücreleri 1/3000 duyarlılığa sahip toz ve suya karşı korumalı olarak imal edilirler [13].



Şekil 0.1 Bant Kantarı [13]

### 7.1.1 Ölçüm Birimi

#### ➤ Tek Rulo Sistemi

Bu sistemde yük hücresi kantar şasesi ile ölçüm rulosu arasına sıkı bağlantı ile monte edilir. Günümüzde bant kantarlarında genel olarak baskı tipi veya çubuk tipi yük hücreleri kullanılmaktadır.

Kantar şasesi ile ölçüm rulosu arasına monte edilen yük hücresi, rulo üzerine konulan ağırlık, rulonun hangi noktasında olursa olsun aynı değerde ölçer. Bu da yük akışının veya bandın belli limitler arasında kaymasından doğan ölçüm hatalarını yok eder. Tek rulolu sistemlerde en fazla  $\pm \%1$  hassasiyet elde edilir [13].

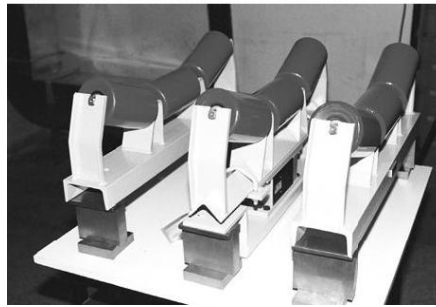


Şekil 0.2 Tek rulolu bant kantarı [13]

#### ➤ Çok Rulolu Sistem

Tek rulolu sistemdeki hassasiyet oranından daha fazla hassaslık gerektiren yerlerde kullanılır. Hassasiyetlik oranını artırmak amacıyla rulo sayısı artırılmıştır.

Yapısı ve çalışma sistemi tek rulo sistemi ile aynıdır.



Şekil 0.3 Çok rulolu bant kantarı [13]

### 7.1.2 Ölçüm Bandı



Şekil 0.4 Ölçüm bandı [13]

± %0.5 hassasiyete kadar tartı yapılabilir özellikte olanları vardır. Bant üzerinden geçen kömürü ölçer. Bant darbelere dayanıklı malzemelerden yapılmıştır. Aşınma ve esneme minimuma indirilmiş bir sistemdir. Taşıyıcı bantların yapımında yüksek sıcaklıklara dayanıklı malzemeler kullanılır. Sistemde bant gerginliği önemli bir yere sahiptir. Çünkü bant gerginliği doğru tartımı etkileyen faktörler arasındadır. Zaman zaman bant gerginliği kontrol edilmelidir [13].

### 7.2 Santral Konveyör Özellikleri

Santralde kömürleri kazana taşıyan bantlardan, ilk olarak kömürleri üzerine alan 1A ve 1B bantlı konveyörlerin özellikleri:

İletim uzunluğu: L=865m

#### 7.2.1 Santral Bant Genişliğinin Tayini

$$\text{Kütlesel iletim kapasitesi: } I_G = 280,29t/h \times 2 = 560,58t/h \quad (7.1)$$

2: Debi emniyet katsayısı

Kömürün yığın yoğunluğu (ortalama):  $\gamma = 1,25 \text{ t/m}^3$

$$I_G = 560,58t/h$$

$$I_V = I_G / \gamma = 560,58t/h / 1,25 = 448,5t/h \quad (7.2)$$

Çizelge 7.2 Üç parçalı eğik rulolu bant için teorik iletim kapasitesi [21]

Bant genişliği B(mm)	Dökme Açısı	Eğik rulo açısı				
		20 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>	30 <sup>0</sup>	35 <sup>0</sup>	45 <sup>0</sup>
500	10 <sup>0</sup>	60	68	74	80	88
	15 <sup>0</sup>	72	80	85	90	97
	20 <sup>0</sup>	86	92	97	103	107
650	10 <sup>0</sup>	108	121	132	142	159
	15 <sup>0</sup>	130	143	153	161	175
	20 <sup>0</sup>	153	165	174	182	194
800	10 <sup>0</sup>	169	189	207	223	247
	15 <sup>0</sup>	205	224	240	252	276
	20 <sup>0</sup>	240	259	274	284	301
1000	10 <sup>0</sup>	270	306	333	356	394
	15 <sup>0</sup>	327	360	386	407	435
	20 <sup>0</sup>	385	417	439	457	482
1200	10 <sup>0</sup>	400	446	490	525	583
	15 <sup>0</sup>	478	528	565	596	641
	20 <sup>0</sup>	565	612	645	673	709
1400	10 <sup>0</sup>	550	618	673	725	800
	15 <sup>0</sup>	661	727	778	830	882
	20 <sup>0</sup>	780	842	890	938	975
1600	10 <sup>0</sup>	726	813	890	957	1065

Bulunan  $I_v$  değeri ve üç parçalı 30° lik eğik açılı rulo için bant genişliği 1000mm ve dökme açısı 20° olan bant seçildi.

$I_v$  değeri Çizelge 7.1 den 30° lik eğik rulo açısı ile 20° dökme açısı için 439 m<sup>3</sup>/h dir.

Seçilen 1000 mm bant genişliği için gerekli rulo çapı  $\varnothing=108$ mm olarak belirlendi. (DIN 15207,Çizelge 7.2 )

1000 mm bant genişliği ve en küçük taşıyıcı makara çapı olan  $\varnothing=108\text{mm}$  için iletim hızı 2,62 m/s olarak belirlendi [21].

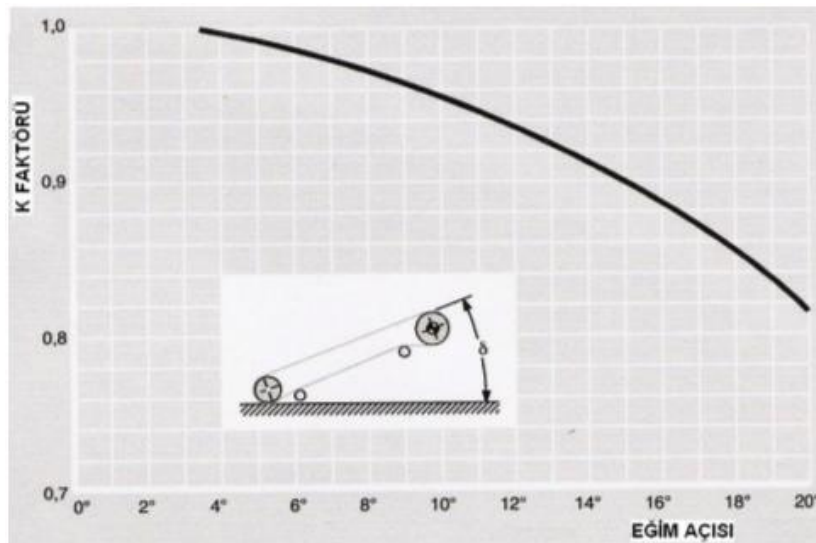
Çizelge 7.3 Bant genişliği ve bant hızına bağlı olarak en küçük taşıyıcı rulo çapı [21]

V(m/s)	BANT GENİŞLİĞİ (mm)					
	400	500	650	800	1000	1200
1,05	51	51	65	90	90	90
1,31	51	51	65	90	90	108
1,68	51	65	90	90	108	108
2,09	51	65	90	90	108	108
2,62	65	65	90	108	108	108
3,35	65	65	90	108	108	108

İşletme yukarı yönlü taşıma işlemi yaptığından, gerçek erişilebilir işletme kapasitesi azalacaktır. Bu nedenle hesaplarda 'K' azaltma faktörünün kullanılması gerekmektedir.

Bu 'K' faktörü Şekil 7.5 ' den eğim açısı referans alınarak seçilmiştir.

Yukarı yönlü iletimde  $\delta=20^\circ$  eğim açısı için düzeltme faktörü  $K=0,83$  olarak bulunur.



Şekil 0.5 İletme kapasitesine eğim açısı etkisi ve düzeltme faktörü (K) [21].

$$I_{Vg} = I_v \cdot x \cdot V \cdot x \cdot K = 1065,55 m^3 / h \quad (7.3)$$

1065,55  $\geq$  448,5 olduğundan seçilen 1000 mm genişliğindeki bant yeterli olacaktır.

### 7.2.2 $G_m$ (Alt Ve Üst Kuşakta Bant Ve Ruloların Dönen Kısımlarının Ağırlıklarından Meydana Gelen Kuvvet) Tayini

İlk yaklaşım olarak bant ağırlığını bulabilmek için Çizelge 7.3 den EP500/4 tipinde bir bant seçilirse; bu bant tipi için 4 katlı 5:1,5mm kaplama kalınlıklı bantın ağırlık değeri Çizelge 7.3 den  $G_B=120 N/m^2$  olarak bulunur. Taşıma makara mesafesi rulo istasyonu başına, üst kuşakta 1m, alt kuşakta ise standart değer olan 3m seçilerek üst ve alt kuşakta rulo istasyonları başına, dönen taşıyıcı ruloların ağırlıkları Çizelge 7.4 den  $G_{RO}=153 N/m^2$  ve  $G_{RU}=197 N/m^2$  olarak bulunur.

Çizelge 7.4 Konveyör bantları ve fiziksel özellikleri [21]

BANT TİPİ	KAPLAMA KALINLIĞI(mm)		BANT KALINLIĞI(mm)	BANT AĞIRLIĞI(kp/m <sup>2</sup> )	BANT GENİŞLİĞİ(mm)
	ÜST	ALT			
EP315/2	5	1,5	9,5	11	500-800
EP500/4	5	1,5	10,3	12,2	800-1200
EP400/3	5	1,5	10	10,9	500-800
EP400/3	4	2	9	10,3	650

Buna göre  $G_M$  hesaplanırsa;

$$G_M = 2xG_B + G_{RO} + G_{RU} = 2x120 + 153 + 197 \Rightarrow G_M = 590 N / m^2 \quad (7.4)$$

Olarak bulunur.

Çizelge 7.5 Rulo istasyonu basına, dönen taşıyıcı ruloların ağırlığı (Kp) [21]

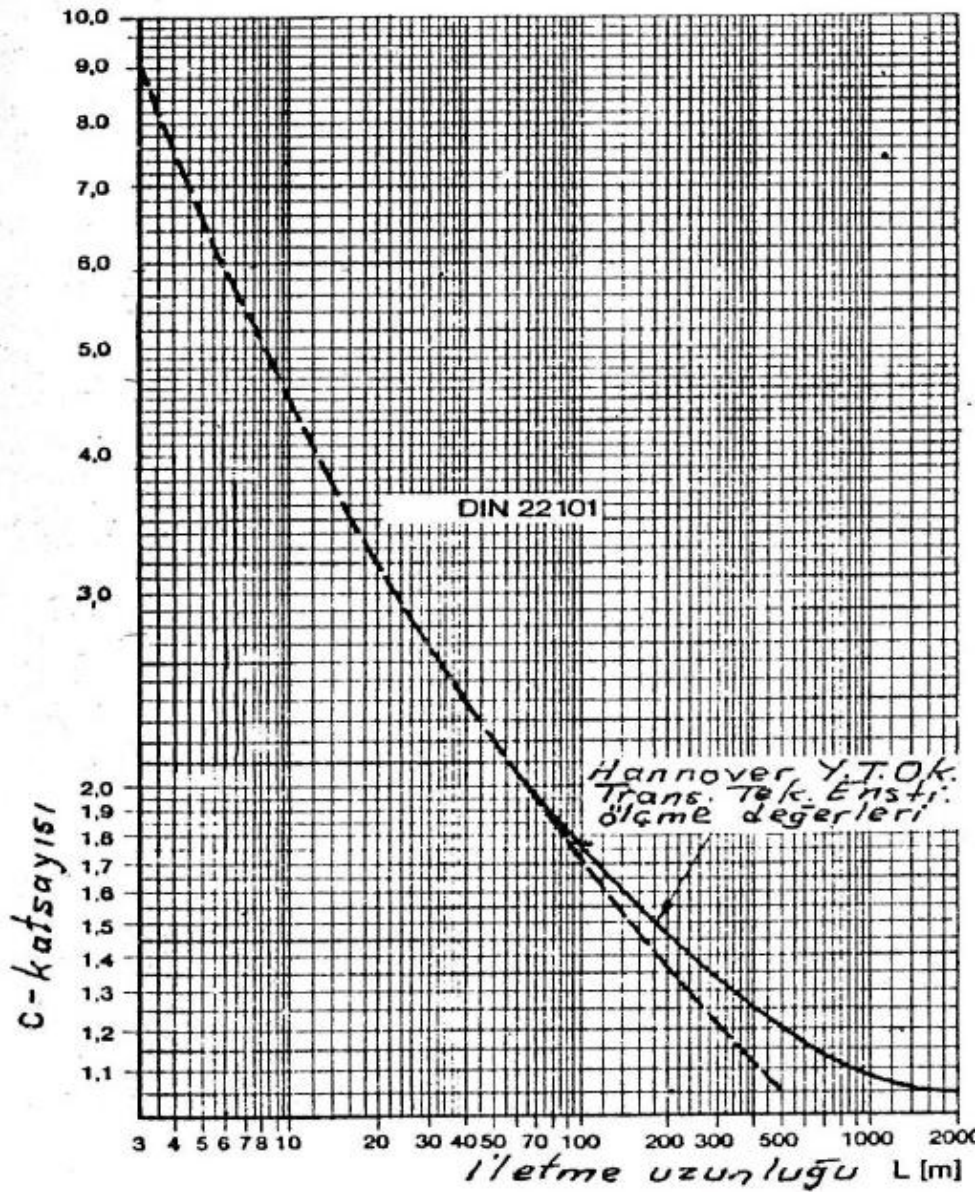
Taşıma Makara çapı		Bant genişliği							
		300	400	500	650	800	1000	1200	1400
38	düz	1,2	1,4	1,6	1,9	2,3			
	2parçalı	1,5	1,7	1,9	2,3	2,7			
	3parçalı	1,8	2,0	2,2	2,6	3,1			
51	düz	1,7	1,9	2,1	2,7	3,3			
	2parçalı	2,0	2,3	2,6	3,1	3,7			
	3parçalı	2,5	2,7	3,1	3,5	4,1			
63	düz	2,2	2,6	3,0	3,7	4,4	5,4		
	2parçalı	3,0	3,4	3,8	4,5	5,2	6,2		
	3parçalı	3,8	4,2	4,6	5,9	6,0	7,0		
89	düz		4,1	5,0	5,4	7,3	19,4	11,2	13,0
	2parçalı		5,5	6,5	7,8	9,3	10,5	12,7	14,5
	3parçalı		7,0	7,9	9,3	10,7	12,5	14,1	15,9
108	düz			8,6	10,0	11,4	13,5	15,6	17,7
	2parçalı			10,9	12,3	13,7	15,8	17,9	19,9
	3parçalı			13,1	14,5	15,9	18,0	20,1	22,2
133	düz					14,8	18,4	22,0	25,6
	2parçalı					17,4	21,3	24,9	28,5
	3parçalı					20,0	24,2	27,8	31,4

### 7.2.3 Bant Çevre Kuvvetinin Hesaplanması

Bant çevre kuvveti yani bant ön gerdirme kuvveti lastik bantlı konveyörlerde gerekli güç; motor, dişli kutusu ve tambur üzerinden banda iletilmektedir. Tambur ile hareket eden bant arasında iyi bir iletim ancak yeteri derecede bir kuvvet bağıntısı ve bantın ön gerdirilmesi ile mümkün olabilir [23].

C:Yan direnç katsayısı olup, aks mesafesine bağlı olarak bulunan bir katsayıdır. İletim mesafesi olan  $L=865\text{m}$  için Çizelge 7.5 e göre  $C=1,15$  olarak seçilir.

Çizelge 7.6 Yan direnç katsayısı [23]



f: Hareket direnci olup tesisin çalışma şartlarına göre tespit edilmektedir. 'f' katsayısı çok iyi tasarlanmış temiz yapılarda 0,016, orta temizlikteki tesislerde 0,020, çok kirli çalışma ortamları için 0,03 alınabilir. Tasarımını yaptığımız tesiste kömür taşıdığından çalışma ortamı oldukça kirlidir bu nedenle hareket direnci 0,03 alınmalıdır. Formülde bulunan ± simgesi aşağı yönlü iletimde (-), yukarı yönlü iletimde (+) olarak alınmalıdır. Bu bilgiler ışığında P (7.5) den çevre kuvveti hesaplanırsa;

$$P = CxfxL(G_M + \frac{I_G}{3,6xv}) \pm \frac{I_G x H}{3,6xv} \quad [23] \quad (7.5)$$

$$P = 1,15x0,03x865(590 + \frac{280,29}{3,6x2,62}) \pm \frac{280,29x40}{3,6x2,62} \quad (7.6)$$

$$\Rightarrow P = 18500N$$

Olarak bulunur.

Çevre kuvveti, bandı çevirmek için gerekli olan motor gücünü bulmakta bizim için önemli olan bir değerdir.

#### 7.2.4 Tambur Çapının Hesaplanması

Konveyör bandını çeviren iki uçtaki döner boru rulolara tambur adı verilmiştir.

Tambur çapı aşağıdaki formül ile bulunur; [23]

$$D = \frac{d_k}{c} x 100 \quad (7.7)$$

Çizelge 7.6 den c katsayısı pamuk ve sentetik yünden tek ve karışık polyamid veya polyester lifli çekme elemanı için, müsaade edilebilir bant kuvvetlerinden faydalanma 61-100 ve tahrik tamburu için C=1,43 olarak bulunur. EP500 bant için bir kat kalınlığı Çizelge 7.7 den 2,5 mm olarak bulunur.

Çizelge 7. 7 Tambur çaplarının hesabı için gerekli C sabitleri [23]

TANBUR CİNSİ	MÜSAADE EDİLEBİLİR BANT KUVVETLERİN-DEN FAYDALANMA (%)	C KATSAYISI (Pamuk ve sentetik yünden tek ve karışık polyamid veya polyester lifli çekme elemanı için)	C KATSAYISI (İpek veya polyester lifli çekme elemanı için)
TAHRİK TAMBURU	61-100	1,43	0,84
	31-60	1,67	1,00
	≤30	2,00	1,25
SAPTIRMA TAMBURU SARIM AÇISI 180°	61-100	1,67	1,00
	31-60	2,00	1,25
	≤30	2,50	1,67
BÜKME VE SARDIRMA TAMBURU SARIM AÇISI ≤30°	61-100	3,34	2,00
	31-60	4,00	2,50
	≤30	5,00	3,34
BÜKME VE SARDIRMA TAMBURU SARIM AÇISI ≥30°-90°	61-100	2,17	1,30
	31-60	2,60	1,63
	≤30	3,25	2,17
DEĞİŞKEN EĞİLME YÖNLÜ ÇİFT TAMBURLU TAHRİK	61-100	0,95	0,56
	31-60	1,11	0,67
	≤30	1,33	0,84

Çizelge 7. 8 Bantların bir kat kalınlığı [23]

DOKUMA TİPİ	MÜNFERİT BİR KAT KALINLIĞI (mm)				
B 25	0,6	EP 100	0,7	EP 500	2,5
B 50	1,3	EP 125	0,9	SP 650	3,4
B 63	1,4	EP 160	1,2	RP 100	1,0
B 60	1,65	EP 200	1,3	RP 125	1,2
Z 80	1,1	EP 250	1,4	RP 160	1,4
Z 100	1,4	EP 315	1,7	RP 200	1,7
Z 125	1,6	EP 4GO	2,1	RP 250	1,9

Buradan 1 kat kalınlığı 2,5 mm olan bantta 2 kat kalınlığı gerekmektedir.

$d_k = 2,5 \times 2 = 5 \text{ mm}$  olarak hesaplanır.

$$D = \frac{5}{1,43} \times 100 \Rightarrow D = 349 \text{ mm} \quad (7.8)$$

Bu çap değeri norm tambur çapı olarak  $D=420 \text{ mm}$  seçildi. Bu çap değeri imalatta kolaylık açısından hem tahrik hem de kuyruk tamburu çapı olarak kullanılabilir.

### 7.2.5 Tahrik Gücünün Hesaplanması

Tahrik kuvveti bandı ve üzerindeki yükleri çekebilecek güçte olmalıdır. Bu kuvvet aşağıdaki formül ile bulunmaktadır. [23]

$$N = \frac{PxV}{\eta} \quad (7.9)$$

$$N = \frac{18500 \times 2,62}{0,80} = 60587 \text{ watt} \Rightarrow N = 60,5 \text{ kW}$$

Bu çıkış gücü ve sistem gereksinimleri esas alınarak verimi %80 olan helisel konik dişlili redüktör ve gerekli gücün en az 2 katı seçilmesi gerektiğinden 132 kW lık çıkış gücü bulunan motordan oluşan tahrik sistemi seçilmiştir.

Bu bandın günlük elektrik sarfiyatını hesaplamak gerekirse: 1 kw enerjinin ortalama 30 krş olduğu düşünülüğünde:

$$132 \text{ kW} \times 19 \text{ h} \times 0,3 \text{ TL} / \text{kWh} = 752,4 \text{ TL} / \text{gün} \text{ harcama yapmaktadır.} \quad (7.10)$$

### 7.2.6 Santraldeki Tüm Bant ve Kırıcıların Enerji Sarfiyatı

Santralde çok sayıda bant, kırıcı, değirmen ve bunker bulunmaktadır. Bu elemanların toplam enerji sarfiyatını ve toplam üretim içerisindeki tüketim payını hesaplayalım.

Çizelge 7. 9 Konveyör ve Kırıcıların toplam tüketimleri [17]

Makine Adı	Adet	Enerji Motoru(kW)	Net (kWh)
Paletli Çıkarıcı	2	75	150
Primer Kırıcı	2	180	360
Zincirli Çıkarıcı	2	90	180
S1A ve S1B Bandı	2	264	528
S2A ve S2B Bandı	2	110	220
S3A ve S3B Bandı	2	55	110
S4A ve S4B Bandı	2	75	150
S5A ve S5B Bandı	2	180	360
S6A ve S6B Bandı	2	15	30
Sekonder Kırıcı	4	800	3200
K1A ve K1B Bandı	2	100	200
K2A ve K2B Bandı	2	100	200
K3A ve K3B Bandı	2	200	400
K4A ve K4B Bandı	2	75	150
K5A ve K5B Bandı	2	200	400
Kazan Bunkerleri	8	180	1440
TOPLAM			8078

Orhaneli Termik Santrali işletme müdürlüğünün hazırlamış olduğu Nisan 2012 işletme faaliyetleri raporuna göre aylık brüt üretim 105.619.000 kWh olarak gerçekleşmiştir.

Santraldeki bant ve kırıcıların aylık toplam enerji sarfiyası ise;

Kazanın aylık çalışma saati: 552 h

$$8078kW \times 552h = 4.459.056kWh \text{ olmuştur.} \quad (7.11)$$

Bant ve kırıcıların santralden tüketim yüzesi ise;

$$\%_{Tüketim} = \frac{4459056kWh}{105619000kWh} \times 100 = \%4,22 \text{ olmaktadır.} \quad (7.12)$$

Termik santralin toplamda %11,4 olan iç tüketiminde bant, kırıcı ve değirmenlerin tüketim payı %4,22 olarak görünmektedir.

### BANTLARIN VE STOK SAHASININ ÜZERLERİNİN KAPATILMASI

#### 8.1 Konveyörlerin Üzerini Kapatma Maliyeti

Bir yerin, binanın veya makinenin üzerinin kapanmasının ana nedeni; onu dış ortamlardan korumak, kışın yağın yağmur ve kârdan etkilenmesini önlemektir.

Konveyörlerin üzerini kapama işlemleri de bu nedenle yapılmaktadır. Hem makinalara zarar gelmesini önlemek hem de üzerinde yürüyen kömürlerin nem miktarlarının daha da artmamasını sağlamak genel amaçtır.

Konveyörlerin dış ortam şartlarına karşı korunması, makinelerin uzun yıllar ve minimum bakım gerektirerek çalışmasında ana rol oynar. Bu açıdan bakıldığında da konveyörlerin üzerlerinin kapatılması için gereken yüksek maliyetlere rağmen yapılmasında fayda olan bir işlem olarak göz önünde bulundurulmalıdır.

Günümüzde bu kapatma işlemi birkaç şekilde yapılmaktadır. Tekli bant hatlarında konveyörün etkin alanı olan kömür taşıma alanının kapatılması uygun görülmüştür. Bu maliyetleri de en düşük seviyede tutma düşüncesi ile desteklenmektedir. Diğer bir yandan, çoklu hatlara, örnek olarak Orhaneli Termik Santrali verilebilir, 2 veya 3 sıra konveyör yan yana çalışma göstermekte ve bu durumda tüm hattı kapatan bir konstrüksiyon sistemi daha uygun olarak tercih edilmelidir. Örnek fotoğraflar Şekil 8.1 de görülmektedir.



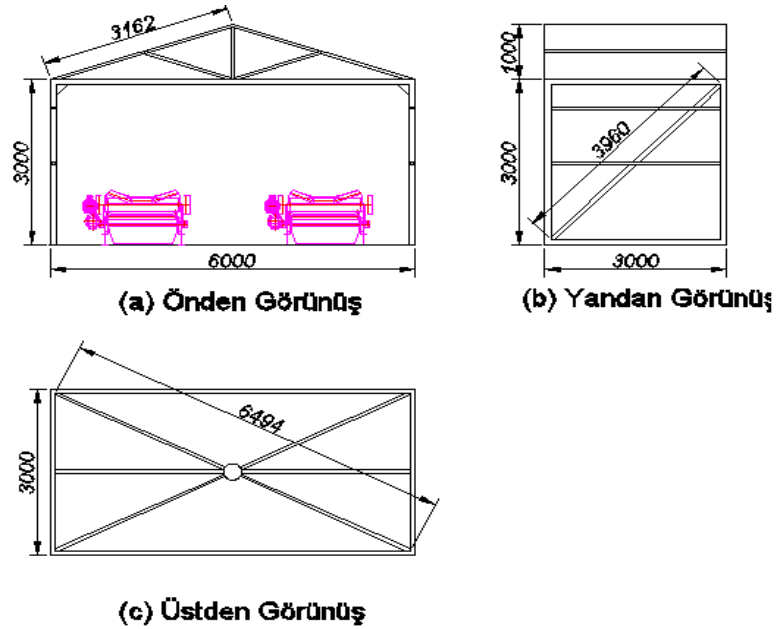
a. Çoklu konstrüksiyon kapama

b. Tekli panel kapama

Şekil 0.1 Konveyör üzeri kapama işlemleri

Santraldeki kömür taşıma sistemi olan bantlı konveyörlerin üzerinin kapama maliyetinin hesaplanması için bu yapının ne şekilde olacağını, kesit şeklini ve kullanılacak malzemelerin belirlenmesi gerekmektedir. Tüm bu parametreler bulunduktan sonra bu maliyetin toplam uzunlukta ne kadar tutacağı belirlenecek ve son olarak bu maliyet üzerine konulacak kâr ve işçilik maliyeti eklenecek ve proje bedeli belirlenecektir. Bu bedel üzerinden toplam santral kurulum maliyeti içerisindeki payı da belirlenebilir.

Kapama tüneli konstrüktif kesit alanı Şekil 8.2 'deki gibidir.



Şekil 0.2 Tünel kesit görünüşleri

Kullanılan malzeme türlerini ve miktarlarını bu şekil üzerinden belirlemek mümkündür. Biz bu hesaplamayı yaparken 3 metre üzerinden bir maliyet çıkartıp bunu toplam iletim mesafesi olan 3000 metre için belirleyeceğiz.

Buna göre Çizelge 8.1 bize 3 metre kapamanın maliyetini belirlemede yardımcı olacaktır.

Çizelge 8. 10 Malzeme miktarları ve maliyetleri (KDV dâhil)

Malzeme Adı	Kullanım Miktarı	Birim	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
100x200x5 mm Kutu profil	13,65	mt	47,2	644,28
60x60x2,5 mm Kutu profil	6,6	mt	8,45	55,77
60x100x3 mm Kutu profil	6	mt	13,78	82,68
50x50x2 mm Kutu profil	22,1	mt	6,09	134,589
40x40x2 mm Kutu profil	46,5	mt	4,91	228,315
Kaynak Elektrodu	1,5	kutu	29	43,5
Trapez Sac	39	mt2	13,1	510,9
Trapez Sac Vidası	150	adet	0,05	7,5
1 mt lik Armatür	1	adet	50	50

<b>TOPLAM</b>	<b>1757,53 TL</b>
---------------	-------------------

Yukarıdaki tabloya göre 3 metre kapama için 1.757,53 TL malzeme miktarı bulunmaktadır. Bu durumda santraldeki toplam uzunluk olan 3000 metre için 1.757.530 TL malzeme masrafı öngörülebilir.

Şirketler nominal olarak malzeme fiyatının üzerine 1,3 katı kadar işçilik ve 1,3 katı kadar da kâr koymaktadır. Bu durumda  $1.757.530 \text{ TL} \times 1,3 \times 1,3 = 2.970.230 \text{ TL}$  olarak bulunur.

Bulunan sonuçlara göre konveyörlerin üzerlerinin kapatılması için 2.970.230 TL harcanması gerekmektedir. Bu miktarı dolar bazında göstermek istersek  $2.970.230 \text{ TL} / 1,8 = 1.650.000 \text{ \$}$  olarak bulabiliriz.

- Ağustos 2012 dolar kuru temel alınmıştır.

## 8.2 Park Sahasının Üzerini Kapatma Maliyeti

Termik santrallerde elektrik üretimi üzerine yaşanan ana problemlerden bir tanesi; kömür sahalarından gelen kömürlerin nem miktarlarının, özellikle yağışlı geçen aylarda yüksek değerlerde bulunmasıdır. Bu problemin daha az derecede yaşanmasını sağlamak amacı ile kömürlerin kazana gönderilmeden önce bekletildikleri açık sahalar olan kömür park sahalarının üzerinin kapatılması durumu düşünülebilir.

Bu bölümde Orhaneli Termik Santralının kömür park sahasının üzerinin kapatılması durumunda maddi ve teknik açıdan bir avantaj sağlanıp sağlanamayacağını irdelenecektir. Park sahasının üzerinin kapatılmasının avantaj ve dezantajları belirtilecektir.

Büyük açık alanların kapatılma işlemleri genellikle çelik konstrüksiyon yapılar ile sağlanmaktadır. Çelik konstrüksiyon yapılar betonarme yapıların sağlayamadıkları avantajları sunan, taşıyıcı sistemin metal kolon ve taşıyıcılar ile oluşturulmasıyla gerçekleştiren yeni nesil, teknolojik bir yapı sistemidir. Uzun vadede kalıcı ve güvenilir hizmet sunan çelik konstrüksiyon yapı teknolojisi özellikle büyük yapılar ve çalışma sahaları için tercih edilme sebebidir.

Çelik konstrüksiyon yapılar, ağır çelik ve hafif çelik konstrüksiyon yapılar olarak ikiye ayrılmaktadır. Büyük açıklıklı ve kreyinli fabrika binalarını ağır çelik yapılara, prefabrik atölye ve depo yapılarını da hafif çelik konstrüksiyon yapılara örnek verebiliriz.

Ağır çelik konstrüksiyon yapıları uygulama alanı en geniş olan Çelik Konstrüksiyon yöntemlerinden birisidir. Avrupada 1800'lü yılların başından beri kullanılmakta olan bu yapı sistemi, ülkemizde ancak 1990'dan sonra uygulama alanı bulabilmiştir. Birçok detay ve yüzey ıslahına imkân verdiği için, uygulama ve kullanım alanı çok geniştir.

Genel Kullanım Alanları :

- Tek yönlü geniş açıklıklar,
- Tek yönde uzun konsollar,
- Yüksekliği fazla olan (Totem tipi) yapılardır.

Çelik konstrüksiyon yapıların bazı avantajları şunlardır:

Çelik, mimari tasarımı asla sınırlamaz, aksine yeni tasarımları teşvik eder. Yüksek açıklıkları geçme kabiliyeti, estetik oluşu ve işleme kolaylığı gibi avantajları sayesinde her türlü tasarımın uygulanabilmesine imkân sağlamaktadır. Post-modern mimarinin örneklerinin birçoğu çelik'le inşa edilmiştir.

Çelik, hem normal, hem de geçici (Rüzgâr, Deprem, vs.) yükler altında -geleneksel yapı sistemlerine göre- çok daha güçlüdür. Kullanıldığı yapılara kazandırdığı yüksek dayanım çelik'i vazgeçilmez bir yapı çözüm aracı haline getirmektedir.

Çelik, yapı malzemeleri arasında birim alanda en çok yükü taşıyabilen malzemedir. Yani, taşıyıcı elemanlar çok daha küçüktür. Bu yüzden çelik taşıyıcılı yapılarda, kullanım alanları diğer yapılara göre çok daha ferahdır.

Çelik, tamamen aynı maddeden üretilen, içerisinde güçlendirici hiç bir malzeme bulunmayan bir yapı malzemesi olduğu için, gerekli koruma önlemleri alınırsa her türlü ortam şartında çalışabilmektedir.

Çelik, taşıyıcı eleman kesitlerinin minimuma inmesine izin verdiği için, çok hafiftir. Taşıyıcı sistemi çelik olan bir yapı, muadili bir betonarme yapıya göre 1/20 oranında daha hafiftir. Bu hem deprem yükleri açısından yapıya büyük avantaj sağlar, hem de yapının kendisinden çok üzerindeki yükleri taşımaya çalışmasına yol açar.

Çelik, esneme kabiliyeti yüksek bir malzeme olduğu için, yapı yüksekliğine sınır getirmemektedir. Zaten hâlihazırda yüksek katlı binaların büyük çoğunluğu çelik'dir.

Çelik, hafif olmasından dolayı, muadili betonarme yapılara göre çok daha az deprem yükü alır. Bu durum, yapının en önemli elemanları olan düşey taşıyıcılarda (kolon, perde, vs.) çok büyük bir rahatlama sağlar.

Çelik, yapı imalatının ekserisinin yapıldığı tedarik ve ön imalat aşamalarında hava şartlarından tamamen bağımsızdır.

Çelik, homojen bir malzeme olduğu için, her türlü denetime (Şantiye veya İmalathane ortamında) açıktır. Takibi çok kolay, uygulama ve prefabrikasyon hatalarını düzeltmek çok kolaydır.

Çelik, Hem hava şartlarından bağımsız olması, hem kolay denetlenebilen bir malzeme olması, hem de dayanımını kazanmak için herhangi bir küre veya bekleme süresine ihtiyaç duymamasıyla yapı üretiminin en kısa sürede yapılabilmesine olanak tanımaktadır.

Çelik, ucuz değildir. Fakat ekonomik olmak için, ucuz olmaya ihtiyaç olmadığı için en güzel göstergelerinden birisidir. Hızlıca imal edilip, bir an önce yapıyı kullanıma sunması, uygulama veya güçlendirme işlemleri esnasında yapının kullanımına engel oluşturmaması, çok daha fazla kullanım alanı sunması avantajdır. Geri dönüşüm imkânı, mimari açıdan daha estetik olması gibi etkenler de göz önüne alındığında, çelik yapılar amortisman sürelerini çok daha kısaltmakta, muadillerine göre çok daha ekonomik olmaktadır.

Çelik, kullanım ömrünü tamamladığında, hasar gördüğünde, söküldüğünde veya yıkıldığında bile ekonomik değeri olan bir malzemedir. Bunun yanısıra, tekrar tekrar kullanılabilirliği ve çevresine zarar vermediği için "Doğa Dostu" bir malzemedir.

Çelik, günümüzde birçok yapıda gözlemlediğimiz zamandan dolayı oluşan hasarlar, kullanıcı veya üreticiden kaynaklanan hatalar, kullanım amacının değişmesi gibi durumlarda kullanıcıya binasını çok kısa sürede ve kolaylıkla güçlendirebilme imkânı sunar [25].

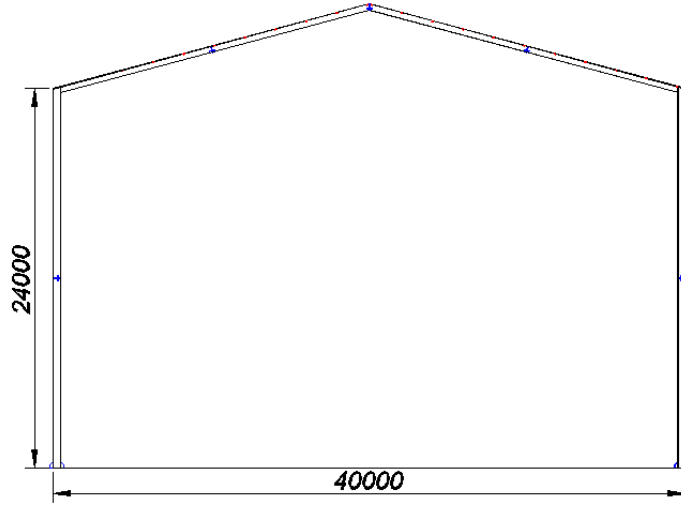


Şekil 0.3 Uygulanacak çelik konstrüksiyon modeli

Orhaneli Termik Santralinde santral park sahası 4 bölümden oluşmaktadır. Her bölümün ayrı ayrı üzerini kapatmakta yarar vardır. 2 adet bulunan park makinası 4 sahayı 2+2 olarak paylaşır ray üzerinde gezmektedirler.

Her park sahasının eni ve boyu 40 m x 500 m olarak belirtilmektedir. Bu durumda park sahalarının üzerinin kapama maliyetinin hesaplanması için bu yapının ne şekilde olacağını, kesit şeklini ve kullanıcak malzemelerin belirlenmesi gerekmektedir.

Tüm bu parametreler bulunduktan sonra bu maliyetin toplam uzunlukta ne kadar tutacağı belirlenecek ve son olarak bu maliyet üzerine konulacak kâr ve işçilik maliyeti eklenecek ve proje bedeli belirlenecektir.



Şekil 0.4 Stok sahası kapama kesit görünüşü

Kullanılan malzeme türlerini ve miktarlarını bu şekil üzerinden belirlemek mümkündür. Biz bu hesaplamayı yaparken konstrüksiyonu taşıyıcı direklerin 25 metrede bir konulması düşünüldüğünde 25 metre üzerinden bir maliyet çıkartıp bunu toplam iletim mesafesi olan 500 metre için belirleyeceğiz.

Buna göre Çizelge 8.2 bize 24 metre kapamanın maliyetini belirlemede yardımcı olacaktır.

Çizelge 8. 2 Malzeme miktarları ve maliyetleri (KDV dâhil)

Malzeme Adı	Kullanım Miktarı	Birim	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
NPI 500	48	mt	241,5	11592
NPI 400	132,8	mt	153,7	20411,36
60x100x3 mm Kutu profil	550	mt	13,78	7579
M30 Gijon Bağlantısı	120	adet	4,5	540
500x185x10 mm Bağlantı Lamaları	12	adet	25	300
Kaynak Elektrodu	12	kutu	29	348
Trapez Sac	1050	mt2	13,1	13755
Trapez Sac Vidası	5250	adet	0,05	262,5
1 mt lik Armatür	25	adet	50	1250

<b>TOPLAM</b>				<b>56037,9 TL</b>
---------------	--	--	--	-------------------

Yukarıdaki tabloya göre 1 adet saha kapamanın 25 metre kapaması için 56.037,9 TL malzeme miktarı bulunmaktadır. Bu durumda stok sahasının toplam uzunluğu olan 500 metre için 1.120.757 TL malzeme masrafı öngörülebilir.

Bu durumda yan yana yapılacak 4 adet kapamanın malzeme masrafı 4.483.028 TL dir.

Şirketler nominal olarak malzeme fiyatının üzerine 1,3 katı kadar işçilik ve 1,3 katı kadar da kâr koymaktadır. Bu durumda  $4.483.028 \text{ TL} \times 1,3 \times 1,3 = 7.576.318 \text{ TL}$  olarak bulunur.

Bulunan sonuçlara göre santral stok sahasının üzerinin kapatılması için 7.576.318 TL harcanması gerekmektedir. Bu miktarı dolar bazında göstermek istersek  $7.576.318 \text{ TL} / 1,8 = 4.200.000 \text{ \$}$  olarak bulabiliriz.

- Ağustos 2012 dolar kuru temel alınmıştır.

### 8.2.1 Kapamadan Sonraki Kömür Maliyetinin Hesaplanması

Orhaneli Termik Santrali kömür park sahasının üzerini kapatmak 4.200.000 \$ 'a mal olmaktadır. Kullanılacak bu harcamanın, santral kazanında yakılan kömür miktarını azaltarak amorte edilip edilemeyeceğini hesaplamakta yarar vardır.

Park sahasının üzerinin kapatılmasının, yılın yağışlı geçen 6 ayı boyunca kömürdeki nem miktarını %10 düşüreceğini varsayarak bu işlemleri yapacağız. Bu işlemlerden sonra santral ömrü olan 25 yıl için bize sağlayacağı kâr miktarını hesaplayacağız.

#### 8.2.1.1 Yakıt Isıl Değerinin Hesaplanması

Santral kömür kullanım miktarının belirlenmesinde yakıt alt ısı değeri çok önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmakta ve santral kazan kömür tüketim miktarının direkt olarak etkilemektedir.

Santral kömür park sahasının üzerinin kapatılmasıyla birlikte nem oranı düşen kömürün yaş bazdaki elementer analiz değerleri aşağıdaki gibidir [22].

C: 0,255 [kg-C/kg-yakıt]

H: 0,0268 [kg-H/kg-yakıt]

O: 0,113 [kg-O/kg-yakıt]

N: 0,0046 [kg-N/kg-yakıt]

S: 0,019 [kg-S/kg-yakıt]

W: 0,324 [kg-W/kg-yakıt]

A: 0,2576 [kg-A/kg-yakıt]

Üst ısı değeri (yanma ısı,  $H_o$  [kcal/kg-yakıt]) Bir yakıtın üst ısı değeri, o yakıtın 1 atm sabit basınç ve 273° K sıcaklıkta belirli şartlar altındaki belirli hacimde hava ile tam olarak yakılıyor. Bu yakıtın yanma gazları içindeki su buharının tamamının belirli bir sıcaklıkta yoğunlaştırıldığında açığa çıkan toplam ısı miktarıdır.

$$H_o = 8100C + 34100(H - O/8) + 2220S = 2539,9[kcal / kg - yakıt] \quad (8.1)$$

Alt ısı değeri (ısıtma ısı,  $H_u$  [kcal/kg-yakıt]): 1 atm sabit basınç ve sabit sıcaklıktaki gazın belirli şartlar altındaki V hacmindeki hava ile yakıldığı zaman, yanma gazları içindeki suyun tamamının buhar olarak gaz fazında bulunduğu durumda açığa çıkan ısı miktarına alt ısı değeri denir.

$$H_u = H_o - 600(W + 9H) = 2200[kcal / kg - yakıt] \quad (8.2)$$

Orhaneli Termik Santralinin kömür park sahasının üzerinin kapatılması ile kömürlerin ortalama nem miktarının %10 azalması durumunda kömür alt ısı değeri 2200 kcal/kg-yakıt olarak bulundu. Şimdi bu alt ısı değeri ile kömürlerin kazanda yakılması durumunda günlük, aylık ve yıllık kullanılan kömür miktarını bulacağız.

### 8.2.1.2 Kazan Yakıt Tüketim Hesabı

Kazanın istenilen ısı yükü karşılayabilmesi için ihtiyaç duyduğu yakıt debisi  $M_y$  [kg-yakıt/h],

$$M_y = \frac{Q_{kazan}}{H_u \cdot \eta_k} \quad (8.3)$$

formülü ile bulunur [21].

Orhaneli Termik Santralinde  $\eta_{kazan}$  değeri santral ısı çevrimi şemasındaki değerlere göre %88,5 olarak belirtilmiştir [17].

$$M_y = \frac{521497,2kW \cdot 860kcal / kWh}{2200kcal / kg - yakıt \cdot 0,885} = 230348kg - yakıt / h$$

Termik santralin saatlik kömür tüketimi 230,35 Ton olarak bulunmuştur.

Termik santral kazanı günde ortalama 18,8 saat çalıştığına göre:

$$M_{yGÜNLÜK} = M_y \cdot 18,8 \quad (8.4)$$

$$M_{yGÜNLÜK} = 230,35 \cdot 18,8 = 4330Ton$$

Santralin daha önceki günlük yakıt ihtiyacı 5270 Ton kömür olarak bulunmuştu.

Orhaneli Termik Santralinin kömür park sahasının üzerinin kapatılması ile kömürlerin ortalama nem miktarının %10 azalması durumunda günlük yakılması gereken kömür miktarı 4330 Ton olarak bulundu.

$$M_{yFARK-GÜNLÜK} = 5270 - 4330 = 940Ton \quad (8.5)$$

$$M_{yFARK-AYLIK} = 940 \cdot 30 = 28200Ton \quad (8.6)$$

$$M_{yFARK-YILLIK} = 28200 \cdot 6ay = 169200Ton \quad (8.7)$$

$T_{yillik}$  : Kömürden elde edilen tasarruf tutarı olsun.(6 aya göre belirlenmiştir)

$T_{fiyati}$  : 1 ton kömür fiyatı (76TL/ton)

$$T_{yillik} = M_{yFARK-YILLIK} \times T_{fiyati} \quad (8.8)$$

$$T_{yillik} = 169200 \times 76 = 12.859.200 TL / YIL$$

$$T_{ömürlük} = 12.859.200 \times 25 = 321.480.000 TL$$

Bulunan sonuçlara göre santral stok sahasının üzerinin kapatılması durumunda, santral ömrü boyunca yapılabilecek yakıttan tasarruf miktarı 321.480.000 TL olarak görülmektedir. Bu miktarı dolar bazında göstermek istersek  $321.480.000 TL / 1,8 = 178.600.000 \$$  olarak bulabiliriz.

- Ağustos 2012 dolar kuru temel alınmıştır.

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Kömürün tasarlanacak uygun saha kapama sistemleri ile neminin yağışlı geçen aylarda azaltılması sonucu, santral üzerinde birçok olumlu gelişmenin görüleceği oluşturulan Orhaneli Termik Santrali modeli üzerinde analiz edildi ve sonuçlar değerlendirildi. Elde edilen sonuçlar arasında en fazla göze çarpan yakıt alt ısıl değerindeki değişime bağlı olarak yakıt harcamalarının oldukça azaltılmış olmasıdır.

Santraldeki kömürlerin kazana ulaştırılmasında geçen hazırlanış sürecinde kullanılan bant yolları, kırıcılar, park makinaları, park sahaları ve bunker ve değirmenler tanıtıldı. Bant yollarının üzerinin kapatılması maliyet açısından analiz edildi ve bu miktar 1.650.000 dolar olarak bulundu. Daha sonra, santral park sahasının üzerinin kapatılması maliyet açısından analiz edildi ve bu miktar 4.200.000 dolar olarak bulundu. Toplam maliyet 5.850.000 dolar olarak görülmektedir.

Santralin kapamadan önceki günlük yakıt ihtiyacı 5270 ton olarak bulundu. Kapama işlemleri yapıldıktan sonra yılın yağışlı geçen 6 ayı boyunca kömürlerdeki nem oranının %10 düştüğü varsayılarak ve kömürün değişen elementer içeriği yardımıyla alt ısıl değeri bulundu ve santralin daha yüksek alt ısıl değere sahip kömür kullanması ile günlük yakıt ihtiyacı 4330 ton olarak gerçekleşti. Alt ısıl değeri daha yüksek kömür kullanılması ile tasarruf edilen kömür miktarı günlük 940 ton, yıllık 169.200 ton olarak bulundu ve bu maliyet açısından santral ömrü olan 25 yıl boyunca toplamda 178.600.000 dolar tasarruf edilebileceği anlamına gelmektedir.

Santralin park sahasının ve bant yollarının üzerlerinin kapatılması, kömür neminin %10 oranında azaltması durumunda kendi maliyetini 1 yıl içerisinde amorte etmektedir. Kömür neminin %2 oranında azaltılması durumunda dahi kapama işlemleri kendi maliyetini 5 yıl içerisinde amorte edebilmekte ve proje uygulanabilir görülmektedir.

Bu sonuçlar gösteriyor ki santral kömür park sahasının üzerinin kapatılması işlemi yapılması durumunda, gerekli olacak maliyet miktarı, santral ömrü boyunca yakıttan elde edilecek tasarruf ile rahatlıkla amorte edilebilmektedir.

## KAYNAKLAR

---

- [1] ALIŞVERİŞÇİ, M, (1985) Bantlı Konveyörler, YTÜ, İstanbul
- [2] AŞIK, E, (1988) Bantlı Konveyörler, MMO Yayınları, Ankara
- [3] Konveyörler Hakkında Genel Bilgiler, [www.rothen.com](http://www.rothen.com), 22 Nisan 2012
- [4] Heper, Y. (1993) Buhar Santralleri Teorisi ve Uygulaması, TEK Yayınları, Ankara.
- [5] Ünver, H. ve Kılıç (2005), Design of an FMS Controller
- [6] Satman, A. Ağustos 2006, Dünyada Enerji Kaynaklarının Bugünü ve Yarını, Elektrik Dünyası, Sayı:4, .
- [7] Enerji Bakanlığı, Kömür Bilgileri, [www.enerji.gov.tr/](http://www.enerji.gov.tr/), 29 Nisan 2011
- [8] Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu, Elektrik Piyasası İndeks, <http://www.epdk.gov.tr/index>, 12 Mayıs 2012
- [9] Etyemez Termik Santrali Çevresel Etki Değerlendirmesi Başvuru Dosyası, (2010) Ankara, 16-17
- [10] EÜAŞ Kömür Sahaları Tanıtım, (2011) Ankara, 22
- [11] ARSLAN, V. (2006) Kömür Hazırlama Yöntemleri, EYLÜL
- [12] Mobil İndustrial Şirketi, Kömür Taşıma Şeması, [http://www.mobilindustrial.com/IND/turkish/files/schm\\_coal\\_tr.pdf](http://www.mobilindustrial.com/IND/turkish/files/schm_coal_tr.pdf), 20 Mayıs 2012
- [13] Milli Eğitim Bakanlığı, (2011) Metalürji Teknolojisi, Kömür Hazırlama, Ankara, 13-17, 23-26

- [14] Özdağ H (2000) Cevher Hazırlama. Osmangazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Maden Mühendisliği Bölümü, II. Baskı, Eskişehir, 115
- [15] Yıldız N (1999) Öğütme Teorisi, Uygulaması: Değirmenler ve Sınıflandırıcılar. Kozan Ofset Matbaacılık ve Tic. Ltd. Şti., Ankara, 219
- [16] İpekoğlu Ü ve Tanrıverdi M (2002) Cevher Hazırlama Ders Notları, Dokuz Eylül Üniv.,Müh. Fak. Maden Mühendisliği Bölümü, 3. baskı, İzmir, 194
- [17] Orhaneli Termik Santral işletme Müdürlüğü, (2012) Santral Tanıtım Broşürü, Bursa, 3-8
- [18] GERDEMELİ, İ. (2004)Transport Tekniği Ders Notları, İstanbul, 7
- [19] Orhaneli Termik Santral işletme Müdürlüğü, (2006) Oryantasyon Dökümanı, Bursa, 54-55
- [20] Çengel, Y. ve Boles, M., (1994), Thermodynamics: An Engineering Approach, McGraw Hill College Div., 116
- [21] Küçüksulu M. (2006), 150 Mwe Kurulu Güçteki Düşük Kaliteli Linyitle Çalışan Bir Termik Santral İçin Buhar Kazanı Tasarımı, Y.Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ankara, 59-62
- [22] Ercan, Y. ve Durmaz, (2000) A., Kangal Termik Santral Çevresinde Hava Kirliliği Dağılımının Modellenmesi, 5. Ulusal Yanmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Sempozyumu, Elazığ, 76-84.
- [23] Mustafa Demirsoy, (1984) Lastik Bantlı İleticilerin Hesap Şekli ve Günümüzdeki Durumu. İstanbul, , 334
- [24] Cumali Taştekin, (2002) Kömüre Dayalı Termik Santrallerde Yakıt Homojenizasyonu, EUAŞ Genel Müdürlüğü, Ekim, 30-31
- [25] Chelik Yapı Tasarım Bürosu, Çelik Yapıların Özellikleri, <http://www.chelikyapi.com/index.php?icerik=23>, 9 Temmuz 2012

- [26] Makine Satış Amerika, Uzun Konveyörelere, <http://www.usinenouvelle.com/industry/fam-8337/conveying-systems-long-distance-conveyors-p97303.html>,  
20 Temmuz 2012

## ÖZGEÇMİŞ

---

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Güven TEK  
**Doğum Tarihi ve Yeri** :21.11.1987 / BURSA  
**Yabancı Dili** :İngilizce  
**E-posta** :guvenntek@hotmail.com

### ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Makine Mühendisliği	YTÜ	2010
Lise	Fen Bilimleri	Ertuğrul Gazi Lisesi	2005

### İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2010-2012	Net Konveyör Bant Sistemleri ve Makina San. Tic. Ltd. Şti.	Proje Yönetim